



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas

FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

El Manejo Fisioterapéutico en el Análisis Gráfico de la Ventilación

Mecánica Invasiva en Pacientes Críticos

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Licenciado en Tecnología Médica en la

Carrera Profesional de Terapia Física y Rehabilitación

AUTOR

Martínez Tuppia, Luisa Maria

ASESOR

Lic. Farje Napa, Cesar Augusto

Jesús María, Julio - 2019

DEDICATORIA

A Dios, que me ha dado la fortaleza para continuar cuando a punto de caer estado.

A mí madre por ser la principal fuente de inspiración, porque ella me dio esa fortaleza, para salir adelante en los momentos difíciles.

A mí padre, por ser el pilar más importante y por demostrarme su apoyo incondicional. Por enseñarme que para alcanzar los sueños hace falta extender las alas y volar.

A mí hermana Cori, su esposo Patrie, sobrino Eliot, a pesar de nuestra distancia, siento que están conmigo siempre y aun que nos faltan cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ustedes como para mí.

A mis tíos por estar en los momentos más importantes en mi vida, por sacar lo mejor de mí.

A mis amigos que fueron testigos, de mi lucha y constancia, de no rendirme hasta lograr mis metas.

AGRADECIMIENTOS

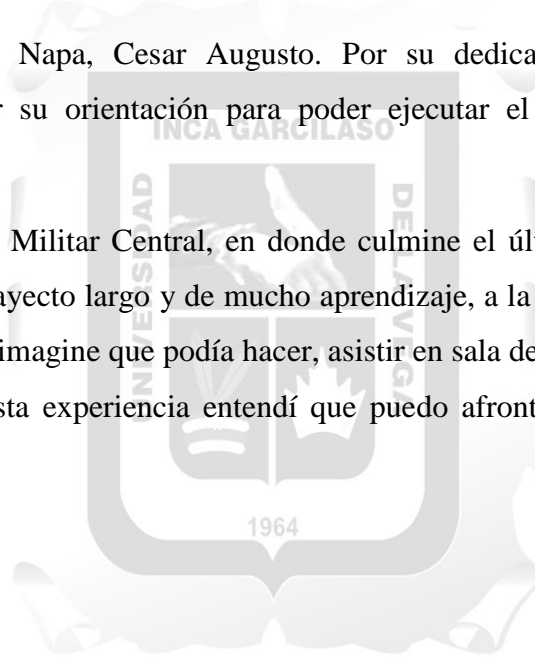
En primer lugar, agradezco a mis queridos padres que depositaron en mi toda su esperanza por ver lograr mis metas, objetivos y triunfos en esta noble y prometedora especialidad.

Agradezco a mi alma mater Universidad Inca Garcilaso de la Vega, que es la casa de estudios, que abrieron sus puertas y acogieron. Entendí que mi camino o paso por la universidad, no es simplemente un momento en mí vida, es la pieza fundamental en mi formación como profesional.

Agradecimiento en especial a los licenciados, que fueron partícipes de mi formación profesional.

Agradezco Lic. Farje Napa, Cesar Augusto. Por su dedicación y asesoramiento, fundamentalmente por su orientación para poder ejecutar el trabajo de suficiencia profesional.

Agradezco al Hospital Militar Central, en donde culmine el último año de mi carrera universitaria, fue un trayecto largo y de mucho aprendizaje, a la vez reconfortante logre hacer cosas que jamás imagine que podía hacer, asistir en sala de operación, no compete con mi carrera, con esta experiencia entendí que puedo afrontar los retos que se me presenten.



RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

En el manejo clínico fue necesario tener conocimiento sobre lo que se quiere realizar, para poder ejecutar algo, fue fundamental tener conocimientos previos sobre el aspecto clínico, sobre todo cuando se trata a pacientes en estado crítico, bajo ese fundamento el manejo clínico en pacientes críticos con ventilación mecánica invasiva fue importante conocer el análisis de las curvas que están registrados en el ventilador, estas curvas son de una variable que están controladas por el ventilador, la curva de presión-tiempo, permite evidenciar la presencia de fugas, en cambio la curva de flujo-tiempo se presencia la detección de atrapamiento aéreo, y en la curva de volumen-tiempo es similar a las otras curvas, pero se diferencia por la presencia de volúmenes anómalos. Continuando con el análisis gráfico en la práctica clínica, se dará énfasis a las curvas con dos variables. En el análisis gráfico de la curva de flujo-volumen, se tiene diversas curvas, pero la de mayor importancia es la curva que determinar aguas en las tabuladoras del circuito. El análisis gráfico de la curva de presión-volumen, permite evidenciar la presencia de secreciones en las vías aéreas, sobredistensión, distensibilidad pulmonar. El fisioterapeuta respiratorio es una parte fundamental, debido a sus conocimientos respecto al manejo del ventilador mecánico, en la experiencia profesional se efectuará el análisis gráfico, en relación a las curvas fisiológicas de flujo, presión, volumen. El manejo fisioterapéutico se basa en conocimientos fisiológicos y clínicos del análisis gráfico en ventilación mecánica invasiva en pacientes críticos en la unidad de cuidados intensivos.

Palabras claves: Parámetros, Modos de ventilación, Gráfico, Variables, Ventilación mecánica.

Physiotherapeutic management in the graphic analysis of invasive mechanical ventilation in critical patients

ABSTRACT AND KEYWORDS

In clinical management it was necessary to have knowledge about what you want to do, in order to execute something, it was essential to have previous knowledge about the clinical aspect, especially when treating critically ill patients, under this foundation the clinical management in critical patients with invasive mechanical ventilation was important to know the analysis of the curves that are registered in the ventilator, these curves are of a variable that are controlled by the ventilator, the pressure-time curve, allows to show the presence of leaks, instead the curve of flow-time the detection of air trapping is present, and in the volume-time curve it is similar to the other curves, but it differs by the presence of anomalous volumes. Continuing with the graphic analysis in clinical practice, emphasis will be given to the curves with two variables. In the graphical analysis of the flow-volume curve, there are exists curves, but the most important is the curve that determines water in the circuit tabs. In the graphical analysis of the pressure-volume curve, it allows to show the presence of secretions in the airways, overdistention and pulmonary distensibility. The respiratory physiotherapist is a fundamental part, due to his knowledge regarding the handling of the mechanical ventilator, in the professional experience the graphic analysis will be carried out, in relation to the physiological curves of flow, pressure, volume. Physiotherapeutic management is based on physiological and clinical knowledge of graphic analysis in invasive mechanical ventilation in critically patients in the intensive care unit.

Keywords: Parameters, Ventilation modes, Graphic, Variables, Mechanic ventilation.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	9
AGRADECIMIENTO.....	2
RESUMEN Y PALABRA CLAVE	3
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I: ANÁLISIS GRÁFICO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA EN PACIENTES CRÍTICOS.....	11
1.1 Definición.....	11
1.2 Variable de control.....	11
1.3 Análisis gráfico en ventilación mecánica invasiva.....	12
1.3.1 Curvas con análisis de una sola variable.....	12
1.3.2 Gráfico con análisis de una o dos variables	19
CAPÍTULO II: MANEJO CLÍNICO EN PACIENTES CRÍTICOS	22
2.1. Definición.....	22
2.2.1. Manejo clínico de la curva presión-tiempo.....	22
2.2.2. Manejo clínico de la curva flujo-tiempo.....	22
2.2.3. Manejo clínico de la curva volumen-tiempo.....	23
2.3. Análisis gráfico en pacientes críticos	23
2.3.1. En la práctica clínica la curva flujo-volumen	24
2.3.2. En la práctica clínica de la curva presión-volumen	25
CAPÍTULO III: EL MANEJO FISIOTERAPÉUTICO EN EL ANÁLISIS GRÁFICO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA.....	26
3.1. El seguimiento del paciente con ventilación mecánica	26
3.1.1. Complicación pulmonar en el paciente crítico.....	26
3.2. Intervención fisioterapéutica en UCI.....	27
3.2.1 Principales técnicas de ventilación mecánica aplicada a pacientes críticos	27

3.3. El manejo fisioterapéutico en el análisis gráfico de la ventilación mecánica	28
3.3.1. Tratamiento durante la ventilación mecánica	28
3.3.1.1. Hipersuflacion con reclutador manual.....	30
3.3.2.2 Maniobras de reclutamiento alveolar con el ventilador	31
CONCLUSIONES.....	332
RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS.....	42



ÍNDICE DE FIGURAS

Anexo 1. Variable de control.....	422
Anexo 2. Curvas de análisis con una sola variable	443
Anexo 3. Curva presión tiempo.....	44
Anexo 4. Programación de la ventilación controlada por presión.....	45
Anexo 5. Curva flujo-tiempo.....	46
Anexo 6. Programación de los parámetros ventilatorios	47
Anexo 7. Modalidad ventilatoria controlada por volumen (F/t).....	48
Anexo 8. Modalidad ventilatoria controlada por presión (F/t).....	49
Anexo 9. Representación de los patrones.....	50
Anexo 10. Representación de los patrones	51
Anexo 11. Representación de los patrones	52
Anexo 12. Curva volumen-tiempo V/t.....	53
Anexo 13. Programación del ventilador controlado por volumen.....	54
Anexo 14. Gráfica de análisis con dos variables	55
Anexo 15. Gráfica de análisis con dos variables	56
Anexo 16. Manejo clínico de la curva P/t	57
Anexo 17. Manejo clínico de la curva P/t	58
Anexo 18. Manejo clínico de la curva f/t	59
Anexo 19. Manejo clínico de la curva f/t	60
Anexo 20. Manejo clínico de la curva V/t.....	61
Anexo 21. Manejo clínico de la curva V/t.....	62
Anexo 22. Manejo clínico de la curva V/t.....	63
Anexo 23. Curva flujo-volumen en la práctica clínica.....	64
Anexo 24. Curva flujo-volumen en la práctica clínica.....	65
Anexo 25. Curva flujo-volumen en la práctica clínica.....	66
Anexo 26. Curva flujo-volumen en la práctica clínica.....	67
Anexo 27. Curva flujo-volumen en la práctica clínica... ¡Error! Marcador no definido.	
Anexo 28. Curva presión-volumen en la práctica clínica ¡Error! Marcador no definido.	
Anexo 29. Curva presión-volumen en la práctica clínica.....	70
Anexo 30. Curva presión-volumen en la práctica clínica.....	71

Anexo 31. Tratamiento durante la ventilación mecánica invasiva.....	72
Anexo 32. Reclutamiento alveolar	73
Anexo 33. Hipersuflación periódica con resucitador manual.....	74
Anexo 34. Elementos usados para la hipersuflación periódica con resucitador manual	75
Anexo 35. Maniobra de reclutamiento alveolar con el ventilador	76



INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica es un método en el cual genera ventilación respiratoria de forma artificial, pero a través del ventilador mecánico, que va suplir la función respiratoria de una persona que no puede hacerlo por sí mismo. Por consiguiente, la vigilancia debe ser permanente iniciándose por el estado clínico del paciente, estabilidad fisiológica, su adaptación al ventilador. Teniendo en cuenta lo mencionado, el sistema de monitoreo debe guiar al manejo terapéutico.

Según un artículo publicado en Italia en el año del 2017 se tuvo como objetivo que el monitoreo alerta a los médicos para detectar el cambio en las condiciones de los pacientes, para mejorar la comprensión de la fisiopatología, para guiar el diagnóstico y proporcionar un manejo clínico. El estudio concluye, que la vigilancia respiratoria adecuada desempeña un papel importante en pacientes con insuficiencia respiratoria como herramienta de guía para la optimización del soporte de ventilación, evitando complicaciones por lo que el profesional de salud debe de adaptar la estrategia de monitoreo para cada paciente individual y saber cómo interpretar correctamente los datos en la ventilación mecánica (1).

Un artículo publicado en Italia en el año 2016 tuvo como objetivo que los pacientes en cuidados intensivos el monitoreo debe ser constante para permitir un cambio rápido de la configuración del ventilador para permitir la mejoría de los pulmones y vías respiratorias. El estudio concluye, que la evaluación de la mecánica respiratoria y la aplicación del perfil dinámico de curva presión-tiempo son para optimizar el uso adecuado de la ventilación mecánica en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda (2).

Un artículo publicado en Australia en el año 2009 tuvo como objetivo el uso de la ventilación mecánica invasiva en los pacientes críticos, los modos y parámetros del ventilador, así como la duración de la ventilación y la naturaleza de la toma de decisiones del ventilador en el servicio de emergencia. El estudio concluye, que la aplicación de la ventilación mecánica fue similar a las descripciones informadas en la literatura de cuidados intensivos tanto en Australia, como a nivel internacional (3).

De acuerdo al artículo publicado en España en el año del 2003 el propósito fue analizar las curvas de la función respiratoria que permitirá examinar la fisiopatología en los pacientes, la detección de cambios en el estado clínico, la optimización de la estrategia ventilatoria y la evaluación de la respuesta al tratamiento. El estudio concluye, que las curvas de función respiratoria son de gran utilidad en los pacientes sometidos a ventilación mecánica (4).

Conforme al artículo publicado en Chile en el año 2007 el objetivo del artículo fue que el monitoreo es a través de pantallas gráficas, teniendo en cuenta los aspectos fisiológicos de la respiración. El estudio concluye, que al analizar el grafico de la ventilación mecánica, se optimiza la asistencia ventilatoria y los diferentes tratamientos aplicados a los pacientes (5).

Un artículo publicado en nuestro país en el año 2011 el objetivo fue que la ventilación mecánica involucra las funciones y los efectos fisiológicos que se produce en el paciente al estar conectado al ventilador. El estudio concluye, que aprendamos a programar los diferentes parámetros, que incluye la gráfica de los modos ventilatorios más frecuentes como también interpretar las diferentes estrategias de monitorización (6).

Por todo anteriormente descrito es que se decide realizar el trabajo denominado, el manejo fisioterapéutico en el análisis gráfico de la ventilación mecánica invasiva en pacientes críticos.

CAPÍTULO I: ANÁLISIS GRÁFICO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA EN PACIENTES CRÍTICOS

1.1 Definición

El análisis gráfico de la ventilación mecánica invasiva son representaciones gráficas de los cambios fisiológicos empleado para describir las propiedades mecánicas del sistema respiratorio, debido a esas circunstancias la gráfica ventilatoria es importante para optimizar el cuidado del paciente crítico (7,5).

1.2 Variable de control

En la ventilación mecánica, la variable de control es aquella que el ventilador manipula para lograr la inspiración y que se mantiene constante a pesar de los cambios en la mecánica ventilatoria. Un ventilador mecánico puede controlar en cada momento sólo una de tres variables: presión, flujo y volumen. Las dos variables comúnmente controladas por los ventiladores son la presión y el volumen, de modo que la ventilación mecánica invasiva se clasifica en ventilación controlada por volumen y ventilación controlada por presión (8). (Anexo1)

Análisis de los diferentes tipos de curvas en los dos principales modos de control

- **Ventilación controlada por presión**

La ventilación controlada por presión se caracteriza, debido a que está asociada al flujo inspiratorio desacelerando. Como la presión es fija y se mantiene constante durante el tiempo inspiratorio, el flujo inspiratorio disminuye a medida que aumenta la resistencia del sistema respiratorio. Al mencionar que “el flujo respiratorio disminuye” se refiere a que el gas ingresa al pulmón cada vez más lento. El flujo espiratorio siempre es pasivo y depende de la retracción elástica del pulmón (9.5).

- **Ventilación controlada por volumen**

Frecuentemente se utiliza el término volumen controlado, en realidad el ventilador controla el flujo inspiratorio. En este tipo de ventilación, el flujo inspiratorio y el volumen circulante programados se mantienen constante. El tiempo inspiratorio viene determinado por el flujo y el volumen prefijados, mientras que la presión depende de la resistencia de las vías aéreas y de la distensión torácica pulmonar (10).

1.3 Análisis gráfico en ventilación mecánica invasiva

1.3.1 Curvas con análisis de una sola variable

En la ventilación mecánica invasiva, este tipo de curvas está representado por las variables, de volumen, presión, flujo (en relación con el tiempo que se aplica en estas variables). Para el estudio de la gráfica pulmonar estas variables interactúan y pueden ser analizadas a través de curvas gráficas (11,26). (Anexo 2)

Volumen: Cada ciclo respiratorio es entregado con el mismo nivel de flujo y tiempo, lo que determina un volumen constante independiente del esfuerzo del paciente y de la presión que se genera (11,5).

Presión: Cada ciclo respiratorio será entregado en la inspiración a un nivel de presión preseleccionada, por un determinado tiempo. El volumen y el flujo varían según la impedancia del sistema respiratorio y con la fuerza del impulso inspiratorio (11,6).

Flujo: El flujo inspiratorio puede definirse como la rapidez con que el ventilador suministra el volumen circulante. Los flujos rápidos producen un acortamiento del tiempo inspiratorio, un aumento de la presión pico de la vía aérea y un empeoramiento de la distribución del gas inspirado. Por el contrario, los flujos lentos reducen la presión pico, mejoran la distribución de la ventilación e incrementan la presión media de la vía aérea a expensas de prolongar el tiempo inspiratorio, pero pueden inducir un deterioro atrapamiento aéreo, al reducirse el tiempo disponible para la espiración (11,7).

1.3.1.1. Curva de Presión-tiempo (P/t)

Esta curva muestra los cambios graduales de la presión de vía aérea en relación al tiempo, bajo ese fundamento representa la modificación de la presión en la vía aérea mediante el circuito del respirador, durante ciclo respiratorio (12). (Anexo 3)

Patrones de presión

Durante el soporte ventilatorio puede utilizar patrones de presión en fase inspiratoria o espiratoria con propósito terapéutico (12,1).

a) Presión pico de la vía aérea:

Es la presión pico inspiratoria (PIP) debido a que es la presión máxima generada en la vía aérea, se mide al final de la inspiración y está determinada por el flujo inspiratorio y la resistencia de las vías aéreas, dependiendo del volumen circulante (V_T) y flujo inspiratorio prefijado, bajo esta circunstancia se representa la presión necesaria para vencer la resistencia relacionada con el circuito del ventilador, impedancia torácica, tubo endotraqueal, y eventualmente por el esfuerzo muscular que realiza el paciente. (13,18).

b) Presión estática:

Se denominó presión meseta (P_{plat}) o presión alveolar, debido a que es la presión alveolar al final de la inspiración, luego de una pausa inspiratoria que dure 0,5 y 2 segundos, refleja la presión de regreso del sistema respiratorio y es la presión del inicio de la espiración (14,21).

c) Presión al final de la espiración:

Se conoce también como (PEEP), es la presión alveolar positiva al final de una espiración pasiva y es el resultado de atrapamiento de aire en el pulmón. La presión al final de la espiración (PEEP) aumenta el trabajo respiratorio imponiendo una carga adicional a los músculos inspiratorios para iniciar el ciclo respiratorio llevando al paciente a una fatiga muscular y a inestabilidad hemodinámica por aumentar la presión intratorácica (15,18).

d) Presión inspiratoria máxima (PI_{max})

Refleja la fuerza de contracción de los músculos respiratorios; la máxima presión negativa obtenida durante una inspiración profunda es la presión inspiratoria máxima y la máxima presión positiva durante una espiración forzada en la presión espiratoria máxima (Pi_{max}) (16,18).

e) Presión plateau

Corresponde al mantenimiento de un nivel de presión después de alcanzado el nivel máximo de presión. Su valor se localiza por debajo de la presión pico. Si presión inspiratoria máxima (PI_{max}) se aleja del plateau el problema se relaciona más con la vía aérea (17,33).

Programación de la ventilación controlada por presión

El profesional clínico puede programar el ventilador cuatro parámetros como: presión al final de la inspiración (PEEP), la presión inspiratoria máxima (PI_{max}), frecuencia respiratoria (FR) y el tiempo inspiratorio (T_I). Algunos ventiladores modernos los profesionales clínicos pueden programar la presión límite sobre presión al final de la espiración (PEEP) que desean sea aplicada al sistema respiratorio (18).

Durante la ventilación mecánica la curva de presión tiempo se aplica en la vía aérea del sistema respiratorio (generalmente por el ventilador). La curva de presión durante la inspiración pasiva con flujo constante tiene una fase inicial donde la presión aumenta rápidamente hasta la presión inspiratorio pico, luego llega a un plateau hacia la fase terminal de la inspiración y cae bruscamente cuando el flujo cesa, y luego queda en la presión meseta (P_{plat}) o pausa inspiratoria para luego iniciar presión al final de la espiración (PEEP) (19,18). (Anexo 4)

1.3.1.2. Curvas de flujo-tiempo (F/t)

Esta curva gráfica expresa los cambios que se producen en el flujo de las vías áreas (medido en el circuito del ventilador) durante el ciclo respiratorio. El análisis de la curva flujo- tiempo (F/t) permite el registro del flujo en la vía aérea en relación al tiempo. En esta curva se determina el flujo constate y flujo decelerado (20). (Anexo 5)

Programación de los parámetros ventilatorios

Patrón de flujo inspiratorio

El flujo inspiratorio puede definirse como la rapidez con que el ventilador suministra el volumen circulante. Este flujo puede tener diversas morfologías: rectangular o cuadrado, acelerado, decelerado y sinusoidal. En la práctica clínica, los patrones de flujos programados más utilizados son el constante, rectangular o de onda cuadra, y

el decelerado o de rampa descendente. Al inicio de la ventilación mecánica invasiva es aceptable cualquiera de estos patrones (21). (Anexo 6)

a) Flujo constante o cuadrado:

Flujo constante, la entrada de volumen durante la inspiración permanece constante a lo largo de toda la fase. Cuando la inspiración comienza, los valores de flujo aumentan rápidamente a los valores seleccionados en el ventilador. Al final del tiempo de pausa (plateau) comienza el flujo espiratorio, dependiendo su curso de las resistencias en el sistema ventilatorio, de los pulmones y vías áreas (21,5).

b) Flujo decelerado:

En el flujo desacelerante se caracteriza por generar un patrón de flujo donde el gas se conduce por los gradientes de presión en el pulmón (alveolo) y en el sistema respiratorio que son mantenidos constantemente por el ventilador. (21,6)

c) Flujo acelerante:

En este patrón el flujo comienza de cero y llega un flujo inspiratorio máximo prefijado. También usado en pacientes que requieren flujos altos (21.5).

d) Flujo Sinusoidal:

Este patrón de flujo tiene una fase de flujo ascendente seguida de una fase de flujo descendente. Es un patrón fisiológico y a veces mejor tolerado por los pacientes (21.5).

Modificación de la curva en función de la programación del ventilador

En la programación del ventilador se expresa los cambios en el flujo mediante el circuito del ventilador. La gráfica flujo inspiratorio es distinta según si la modalidad ventilatoria es controlada por volumen o por presión. Esta diferencia se limita a la parte inspiratoria de la curva, ya que la espiración es pasiva y depende de las características mecánicas del aparato respiratorio del paciente.

Modalidades Ventilatorias (F/t)

La curva de flujo-tiempo (F/t) se determina por dos modalidades ventilatorias que son las siguientes:

- **La modalidad controlada por volumen (F/t)**

En esta modalidad, flujo inspiratorio constante (onda rectangular o cuadrada), presenta los siguientes tramos: el primer tramo, ascenso inicial hasta el flujo inspiratorio máximo (algunos respiradores permiten regular la velocidad de este ascenso); el segundo tramo, es el flujo constante durante la inspiración; el tercer tramo, es el cese del flujo inspiratorio al final de la inspiración; el cuarto tramo es la pausa inspiratoria durante la cual el flujo es cero, el quinto tramo, es el inicio de la espiración hasta alcanzar el flujo espiratorio máximo; el último tramo, es el flujo decreciente durante la espiración hasta llegar a flujo cero (21,10). (Anexo 7)

- **La modalidad controlada por presión (F/t)**

Las modalidades controlada por presión, flujo inspiratorio decelerado (onda decelerante) son distintas debido a sus tramos; en el tramo inicial, es desde el ascenso inicial hasta el flujo inspiratorio máximo, el segundo tramo, es cuando el flujo es decreciente durante la inspiración; el tercer tramo; es el cese del flujo inspiratorio al final de la inspiración e inicio de la espiración hasta llegar al flujo espiratorio máximo; el último, es el flujo espiratorio es decreciente durante la espiración hasta llegar a flujo cero (21,9). (Anexo 8)

Representación de los patrones de la curva (F/t)

En los patrones de la curva de ventilación, está basado en los ciclos respiratorios, pero los pacientes críticos pueden presentar insuficiencia en la inspiración y espiración, y también la resistencia espiratoria (22).

a) Curva de flujo en el caso de un tiempo espiratorio insuficiente

Representa una curva de flujo-tiempo, donde el flujo espiratorio no retorna a cero, significa que el tiempo espiratorio es insuficiente para una espiración completa. Esto indica la presencia de una presión positiva al final de la espiración (PEEP) (22.26). (Anexo 9)

b) Curva de flujo en el caso de un tiempo inspiratorio insuficiente

Si el flujo inspiratorio no retorna a cero, significa que el tiempo inspiratorio es insuficiente para administrar el volumen que debería ser alcanzado para la presión establecida (22,26). (Anexo 10)

c) Curva de flujo en el caso de un aumento de la resistencia espiratoria

Una curva de espiratorio suave, indica un incremento de la resistencia espiratoria, lo cual puede ser producido por filtros de para humificación o tapamiento producido por una nebulización. Esto produce aumento considerable en el tiempo espiratorio y una desviación en el valor de la presión al final de la espiración (PEEP) seleccionado (22,30). (Anexo 11)

1.3.1.3. Curva volumen-tiempo (V/t)

La curva de volumen tiempo representa los cambios que sufre el volumen de aire durante el ciclo respiratorio en relación al tiempo. Podemos apreciar diferencias entre el volumen inspirado y espirado debido que la rama ascendente de la curva comprende la inspiración (al tiempo y pausa inspiratoria) y la rama descendente es hasta el inicio de la siguiente respiración que comprende al periodo espiratorio (23,33). (Anexo 12)

La curva volumen-tiempo, permite evidenciar:

- La presencia de fuga aérea, esto significa que el volumen espiratorio detectado por el ventilador sea inferior al volumen inspiratorio. En la curva volumen tiempo (V/t) se observa que la rama descendente no llegue al valor cero, sino se hace horizontal y es bruscamente interrumpida al inicio de la siguiente inspiración (33,4).
- El atrapamiento de aire es en caso que la espiración sea demasiado corta y no permita la salida completa de aire en la curva volumen tiempo (V/t) se observará que la rama descendente tampoco llega al valor cero, pero en este caso no se hace horizontal la curva previa al inicio de la siguiente inspiración (32,4).

Programación de la ventilación controlada por volumen

La curva de volumen inspiratorio tiene un ascenso hasta el volumen programado, esto varía en función de la programación del tiempo inspiratorio y pausa inspiratoria. Cuando la curva desciende corresponde a la espiración, depende del tiempo reservado para la espiración (24,33). (Anexo 13)

Parámetros programables en la ventilación

La programación apropiada de los parámetros ventilatorios, lo cuales dependerán del grado de interacción del paciente con el ventilador y modular las características que forma parte de lo ciclo respiratorios en la ventilación mecánica invasiva.

Volumen circulante:

El volumen circulante viene determinado por el nivel de presión inspiratoria, la mecánica ventilatoria y el esfuerzo del paciente (duración del flujo). Dos aspectos a tener en cuenta al programar el volumen circulante son (25,21):

- **Volumen comprensible:**

El volumen programado en el panel de control representa la cantidad de gas que el ventilador envía al paciente. Sin embargo, no todo el volumen entregado por éste alcanza los pulmones ya que parte de él se acumula en el circuito (25,24).

- **Espacio muero mecánico:**

El espacio muerto es el porcentaje de ventilación que no participa en el intercambio gaseoso. Se produce la distensión de las vías aéreas de conducción, con lo cual el espacio muerto anatómico se incrementa (25,23).

Pausa inspiratoria

Consiste en aplicar un retardo en la apertura de la válvula espiratoria durante un breve tiempo tras finalizar el flujo inspiratorio, de manera que el gas insuflado permanezca dentro de los pulmones del paciente. Esta maniobra da lugar a una caída de la presión de la vía aérea, desde su valor máximo o pico hasta una meseta (25,21).

Pausa espiratoria

La aplicación de una pausa de 0,5 s a 2 s al final de la espiración produce un retraso en la apertura de la válvula inspiratoria, mientras la válvula de exhalación está aún cerrada. Esta operación resulta útil para medir la presión generada por el atrapamiento aéreo o presión al final de la espiratoria PEEP en un paciente ventilado de forma pasiva (25,18).

Relación inspiración y espiración

El ciclo respiratorio es el periodo de tiempo desde el inicio de una respiración hasta el comienzo de la siguiente, y se mide en segundos. El tiempo de ciclo total (TTOT) es la suma del tiempo inspiratorio (T_I) y el tiempo espiratorio (T_E) (25,6).

1.3.2 Gráfico con análisis de una o dos variables

Los bucles o lazos están representados por las variables de flujo (V), presión (P_w), volumen (V_T), con el fin de proporcionar información de determinados cambios en la función pulmonar. Los más utilizados para la monitorización de la mecánica ventilatoria, son los de presión- volumen y flujo-volumen (26).

1.3.2.1. Bucles de flujo-volumen

Esta gráfica de flujo-volumen representa los cambios que se produce en el flujo de la vía aérea con respecto a los cambios en el volumen pulmonar durante el ciclo respiratorio. La curva resultante es un bucle (lazo) que se abre con el inicio de la inspiración y se cierra al final de la espiración. Algunos ventiladores de última generación pueden almacenar en la memoria bucles seleccionado para comparar los cambios que puede producirse a lo largo del tiempo (26,4).

Este bucle flujo-volumen se utiliza ocasionalmente para tener información acerca de la resistencia de las vías aéreas, cuando se necesita llevar a cabo una aspiración o se necesita conocer cómo reacciona el paciente a la terapia bronquial. La aparición posterior de un bucle más suave puede verificar que las medidas terapéuticas, como la aspiración, han tenido éxito y han mejorado la resistencia de la vía aérea (26,5).

Bucles del flujo-volumen presenta los siguientes tramos

Primer tramo, del punto ascenso inicial hasta el flujo inspiratorio máximo; segundo tramo, es del punto flujo constante durante la inspiración; el tercer tramo, del punto cese del flujo inspiratorio al final de la inspiración. (Cuarto tramo, del punto inicio de la espiración hasta alcanzar el flujo espiratorio máximo; último tramo, del punto flujo decreciente durante la espiración hasta alcanzar el flujo cero (26,33). (Anexo 14)

Las curvas de flujo-volumen son útiles para:

- Sugerir la posibilidad de atrapamiento aéreo, reflejando que el flujo espiratorio no llega a 0 antes del siguiente ciclo (4).
- Detectar la presencia de fugas, cortando la rama espiratoria el eje de abscisas en un valor superior a 0 (4).
- Detectar la presencia de fugas, cortando la rama espiratoria el eje de abscisas en un valor superior a 0 (4).

1.3.2.2. Bucles de presión-volumen

Estas curvas de presión volumen del sistema respiratorio es un método fisiológico clásico empleado para describir las propiedades mecánicas del sistema respiratorio. La relación casi estática presión. Volumen (P-V) es uno de los aspectos del comportamiento mecánico que ha sido empleado para obtener información acerca de la forma en que se modifica los pulmones durante la respiración en personas enfermas. Se ha sugerido que la medición de la curva presión volumen (P-V) en pacientes críticos se puede emplear como un método para evaluar la severidad del daño pulmonar y para monitorear la evolución de la enfermedad (27,18).

Teniendo en cuenta la programación de las gráficas basadas en las curvas (P-V) en pacientes críticos. Los bucles de volumen- presión representan los cambios que se producen en el volumen pulmonar respecto a los cambios en la presión durante el ciclo respiratorio (27,4).

Los bucles presión estático (curva de presión-volumen)

Cada vez cuando uno mide la presión el flujo de aire ha parado, hay siempre un cambio continuo en la presión disminuyendo en forma exponencial. Debido a que se debe permitir que el paciente respire, la medición debe ser interrumpida después de

algunos segundos. Por tanto, el sistema nunca alcanza condiciones realmente estáticas, entonces se obtiene lo que se ha denominado un bucle de presión- volumen estática (27,22).

Para generar una curva de presión-volumen:

Lo más conocido acerca del bucle presión-volumen (PV) está basado en este método de la súper jeringa. La característica más importante de este bucle presión-volumen (PV) es que los puntos de medición presión-volumen (PV) son registrados cuando el flujo de gas es igual a cero. Usando una súper jeringa, el volumen del pulmón aumenta paso a paso. Unos segundos después de cada aumento de volumen, se mide la presión resultante. El bucle P-V se crea conectando los puntos (28,11). (Anexo 15).



CAPÍTULO II: MANEJO CLÍNICO EN PACIENTES CRÍTICOS

2.1. Definición

En el manejo clínico es fundamental el análisis gráfico de las curvas, presión, volumen y flujo. La curva de función respiratoria es la representación gráfica de los cambios de volumen, presión o flujo durante ciclo respiratorio. Estos cambios pueden representarse respecto al tiempo o bien puede representarse los cambios de una variable respecto a otra (curva de flujo-volumen curva de presión-volumen). En el manejo clínico en pacientes críticos, las curvas permiten evidenciar la presencia de fugas aéreas, sospechar la existencia de una resistencia aumentada en la vía aérea, sugerir la posibilidad de atrapamiento de aire, detectar la presencia de volúmenes espiratorios anómalos, advertir la presencia de secreciones en la vía aérea (29).

2.2. Análisis de la curva en pacientes críticos

2.2.1. Manejo clínico de la curva presión-tiempo

a) Resistencia de aumento de las vías aéreas

En las modalidades de volumen, la existencia de una resistencia aumentada en la vía aérea. Cuando mayor es la resistencia de la vía aérea, mayor es la diferencia entre la presión pico y la presión meseta. Ello es debido fundamentalmente a un incremento de la presión pico, manteniéndose la presión meseta constante (30,18). (Anexo16)

b) Sospechar la presencia de fugas

La imposibilidad de alcanzar una presión pico mantenida (en modalidades de presión) o una meseta estable durante una pausa inspiratoria prolongada o bien la posibilidad de mantener la PEEP durante una pausa espiratoria prolongada, delatan la presencia de una fuga en el sistema (31,35). (Anexo17)

2.2.2. Manejo clínico de la curva flujo-tiempo

a) Detección del atrapamiento aéreo

En la principal utilidad de la curva F/t. Esta curva permite identificar si la patología del paciente genera atrapamiento, o bien si la programación del ventilador es o no la idónea para evitar el atrapamiento de aire en un paciente

estado crítico. Para apreciar si existe atrapamiento debe examinarse el tramo correspondiente al flujo espiratorio final. Si se observa que el flujo espiratorio final no llega a cero, es decir antes de iniciar el siguiente ciclo respiratorio, debe considerarse que se produce un atrapamiento de aire (32,18). (Anexo 18)

b) Valorar la respuesta al tratamiento.

La curva flujo tiempo permite apreciar el efecto que determinadas maniobras terapéuticas (broncodilatadores, alargamiento del tiempo espiratorio) puede tener sobre la situación de atrapamiento de aire (32,4). (Anexo19)

2.2.3. Manejo clínico de la curva volumen-tiempo

a) Evidenciar la presencia de fugas aéreas

En la curva V/t se observa que la rama descendente no llegue al valor cero, sino se hace horizontal y es bruscamente interrumpida al inicio de la siguiente inspiración. La altura a la cual la curva se vuelve horizontal depende del grado de fuga (33). (Anexo 20)

b) Atrapamiento aéreo.

En caso que la espiración sea demasiado corta y no permita la salida completa de aire en la curva V/t se observará que la rama descendente tampoco llega al valor cero, pero en este caso no se produce una horizontal la curva previa al inicio de la siguiente inspiración (34,35). (Anexo 21)

c) Detectar la presencia de volúmenes espiratorios anómalos

En caso de que el volumen espiratorio sea mayor que el inspirado, se apreciará que la rama descendente de la curva sea negativa. Este fenómeno se observa fundamentalmente en dos situaciones: espiración forzada por parte del paciente o bien en caso de adicción al circuito respiratorio de un flujo de gas no administrado por el respirador (medicación nebulizada) (35,4). (Anexo 22)

2.3. Análisis gráfico en pacientes críticos

2.3.1. En la práctica clínica la curva flujo-volumen

a) Observa la existencia de un flujo espiratorio restrictivo

Los cambios en la resistencia que la vía aérea ofrece a la salida del aire de los pulmones se reflejan en la rama espiratoria de la curva flujo-volumen. En situaciones en las que el flujo aéreo está limitado, la curva presenta convexidad hacia arriba. Casos más graves, un descenso brusco del flujo espiratorio inicial, con flujo espiratorio enlentecido (36,18). (Anexo 23)

b) Detectar la presencia de atrapamiento de aire

La rama espiratoria corta el eje de ordenadas en un valor inferior a cero. Dicho de otro modo, el flujo espiratorio no llega a cero antes de que se inicie la siguiente respiración (37,33). (Anexo 24)

c) Detectar presencia de fugas

La existencia de fugas viene señalada por el final del asa espiratoria cuando ésta corta el eje de abscisas en un valor superior a cero. Es decir, cuando el volumen espiratorio no llega a cero al final de la espiración (4,7). (Anexo 25)

d) Señalar la existencia de espiración forzada

La presencia de un flujo espiratorio adicional, bien sea por espiración forzada realizada por el paciente o bien por la adición del circuito de una fuente de gas adicional, esto produce un alargamiento del asa espiratoria (4,). (Anexo 26)

e) Advertir la presencia de secreciones en la vía aérea

En este gráfico se evidencia la presencia de secreciones en las vías aéreas o agua en las tubuladuras del circuito. Se pone de manifiesto por la aparición de irregularidades de la curva flujo-volumen, tanto en el asa inspiratoria como espiratoria (4). (Anexo 27)

2.3.2. En la práctica clínica de la curva presión-volumen

a) Presencia de secreciones

Advertir la presencia de secreciones en la vía aérea. Se pone de manifiesto por la aparición de irregularidades tanto en el asa inspiratoria como espiratoria de la curva volumen-presión (38,35). (Anexo 28)

b) Sobredistensión

Se pone de manifiesto por la aparición de un punto de inflexión en la parte superior de la rama inspiratoria de la curva, punto a partir del cual se observa que se requiere grandes aumentos de presión para generar pequeños incrementos de volumen (39,26). (Anexo29)

c) Distensibilidad pulmonar

Se reflejan en cambios de la pendiente o inclinación de la curva. Para apreciar dichos cambios es conveniente disponer de un respirador que pueda almacenar curvas, para poder compararlas a lo largo del tiempo, o bien imprimirlas en papel para poder así compararla. Los cambios en la distensibilidad pulmonar raramente son tan súbitos como para poder observar las modificaciones que se producen en la inclinación de la curva en tiempo real (40,33). (Anexo 30)

CAPÍTULO III: EL MANEJO FISIOTERAPÉUTICO EN EL ANÁLISIS GRÁFICO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA

3.1. El seguimiento del paciente con ventilación mecánica

El paciente críticamente enfermo requiere de un equipo de profesionales médicos y paramédicos. En dicho equipo el fisioterapeuta respiratorio, por su formación académica y experiencia, es la persona idónea en el manejo fisioterapéutico de la ventilación mecánica (41,18).

La intención principal de esta información, es la de presentar una consideración conceptual seria, lógica, secuencial y pertinente al papel e intervención del fisioterapeuta respiratorio en el manejo, control y seguimiento de los pacientes críticamente enfermos, sometidos a ventilación mecánica (42).

En la información encontrada, hace mención que el uso de la ventilación mecánica invasiva en los pacientes críticos, los modos y parámetros del ventilador, así como la duración de la ventilación y la naturaleza de la toma de decisiones del ventilador en el servicio de emergencia (43,18).

La terapia respiratoria moderna nace al lado de los cirujanos torácicos y anestesiólogos, quienes inicialmente necesitaron tratar a sus pacientes por complicaciones pulmonares; retención de secreciones, atelectasia entre otros (44).

3.1.1. Complicación pulmonar en el paciente crítico

Atelectasia

Se asocia al colapso alveolar lo cual compromete el funcionalismo pulmonar cual se la patología que la produce, causando alteraciones en la mecánica pulmonar y por tanto en el intercambio gaseoso. Basado en la información encontrada es importante mencionar los tipos de atelectasia (45) (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de atelectasias en pacientes críticos

Tipos	Descripción
Obstructiva	Es producido por la obstrucción del bronquio que ventila un grupo de alvéolos. En la unidad de cuidados intensivos, es frecuente en pacientes con secreciones
Compresiva	Es un atelectasia en cual se produce por una patología pleura, es decir que genera compresión del parénquima (un derrame pleural puede producir compresión y colapso).
Cicatrizal	Es el colapso alveolar (los alveolos son remplazado por tejido fibrotico) producido por alteraciones fibrotico del parénquima (porción del pulmón que involucra en la trasferencia de gas, en los alveolos y bronquiolos respiratorios) pulmonar o de la pleura
Reabsorción	La atelectasia por reabsorción, ocurre generalmente cuando existe una obstrucción entre la tráquea y los alveolos; la obstrucción puede ocurrir en un bronquio principal o en bronquiolos

3.2. Intervención fisioterapéutica en UCI

En el manejo fisioterapéutico, hace mención a la intervención del fisioterapeuta respiratorio en la unidad de cuidados intensivos (UCI). Los estudios que evalúan la utilidad de la fisioterapia respiratoria en pacientes críticamente enfermos, han demostrado que no tan solo es aplicar técnicas, sino también el manejo del ventilador mecánico, para que los resultados se han más efectivos (46,49).

Con el fin de prevenir complicaciones pulmonares se usa rutinariamente todas o algunas combinaciones de estas técnicas para todo tipo de paciente crítico, sin mirar la condición fisiológica de base. Otros servicios usan las técnicas en una forma selectiva, sólo cuando ellos realmente creen que está indicada.

Es fundamental brindar un enfoque selectivo de las medidas de fisioterapia respiratoria al personal de salud, quien se encuentra alrededor del manejo de patologías respiratorias de UCI, en relación con los pacientes bajo intubación e insuficiencia respiratoria aguda (47).

3.2.1 Principal técnica de fisioterapia respiratoria aplicada a pacientes críticos

Aspiración traqueobronquial

Se basa en la aspiración endobronquial, los estertores o ruidos de origen bronquial, un incremento en la presión pico de la vía aérea durante la ventilación controlada por volumen (VCV), una disminución en el volumen corriente (V_t) durante la ventilación controlada por presión (PCV) o una imagen en “dientes de sierra” en las gráficas de la ventilación mecánica son indicadores de la presencia de secreciones abundantes. Inicialmente el catéter de succión cerrada debe ser colocado en la parte más inferior del árbol traqueobronquial, para luego proceder a hacer aspiración a medida que se comienza a hacer retiro del catéter (48,18).

3.3. El manejo fisioterapéutico en el análisis gráfico de la ventilación mecánica

En la unidad de cuidados intensivos (UCI) en fundamental, la intervención del fisioterapeuta respiratorio, ya que por su especialidad tiene conocimiento, respecto al manejo de la ventilación mecánica. Bajo esa circunstancia es el profesional idóneo para el realizar el tratamiento en ventilación mecánica.

3.3.1. Tratamiento durante la ventilación mecánica

El tratamiento durante la ventilación mecánica se basa en reclutamiento alveolar, que está enfocado en la atelectasia. Esta se promueve fisiológicamente cuando se supera el punto de inflexión inferior de la curva presión-volumen punto desde el que ésta se moviliza a través de la zona de máximo reclutamiento la cual se extiende hasta el punto de inflexión superior, punto a partir del cual se minimiza por la tendencia de la curva a aplanarse, hasta que final desaparece con la finalización de la fase inspiratoria. (Anexo 31,49)

Es fundamental el tratamiento durante la ventilación mecánica, debido que da énfasis a la atelectasia, que se produce el colapso alveolar afectando al funcionamiento respiratorio. Por lo cual se debe establecer el tipo de atelectasia, atelectasia compresiva no tiene utilidad la fisioterapia y en la atelectasia cicatrizal su utilidad es limitada. Contrariadamente, en la atelectasia obstructiva y en la adhesiva la fisioterapia es de máxima utilidad (49) (Tabla 2).

Tabla 2. Tipos de atelectasias en efectivo el tratamiento

Descripción	
Es efectivo el tratamiento	No es efectivo el tratamiento
Atelectasia obstructiva	Atelectasia compresiva
Atelectasia Adhesiva	Atelectasia cicatrizal

Reclutamiento alveolar

El reclutamiento alveolar se define estrictamente como la inclusión de un número determinado de unidades pulmonares en la ventilación. Una ampliación de la definición debería incluir la apertura de aquellas unidades que participan inadecuadamente en la ventilación por su tendencia al colapso.

Quiere decir que, si una unidad se encuentra completamente colapsada y se abre completamente durante la inspiración, esta unidad se ha reclutado, pero si la unidad no se encuentra colapsada si no parcialmente ventilada (parcialmente colapsada) se abre completamente en la inspiración, esta unidad se ha reclutado sentido amplio. Ambas situaciones corresponden a zonas de alvéolos potencialmente reclutables. El reclutamiento alveolar puede proveerse mediante dos mecanismos; hiperinsuflación periódica con resucitador manual, maniobras de reclutamiento alveolar (50,49).

3.3.1.1.Hiperinsuflación periódica con resucitador manual

El primer requerimiento para producir reclutamiento es la administración de presión positiva inspiratoria. Es decir, el aire forzado que se insufla por medio presión positiva continua en las vías respiratorias previene los episodios de colapso alveolar. El segundo requerimiento para el reclutamiento, es la representación de los dos componentes esenciales del reclutamiento alveolar; primer componente que es insuflada con presión positiva consiguiendo su apertura, segundo componente durante la espiración es indispensable la PEEP para mantener la apertura previamente conseguida. Si no se instaura PEEP, la apertura conseguida se pierde en la fase espiratoria (51,49). (Anexo 33)

Con la hiperinflación periódica con resucitador manual (HPRM) pueden proveerse los dos efectos. De un lado la inspiración con presión positiva produce inflación, la cual puede mantenerse si se adapta a la línea espiratoria del resucitador una válvula de PEEP, posibilidad técnica fácil de conseguir con los equipos modernos (Tabla 3). (Anexo 34)

Tabla 3. Lo que se consigue con la aplicación de los equipos modernos

Descripción	
Monitorizar	La presión alcanzada y el volumen espirado para conocer con certeza los parámetros manejados.
Disparos manuales	Son variación de técnicas que se refiere al uso de suspiros provisto por el ventilador, pero disparos manuales por el operador, estrategia que permite un mejor control sobre medidas implementadas.
Ventilador	El ventilador puede imponer límites vinculados a otros parámetros (flujo, forma de ondas)

3.3.2. Maniobras de reclutamiento alveolar con el ventilador

Según el autor Gattinoti se realizó una comprobación topográfica, para poder identificar tres zonas en el pulmón; área pulmonar normal, área ocupadas con exudado no reclutables, áreas colapsadas por el espacio intersticial potencialmente reclutables. De las anteriores consideraciones se concluye que el reclutamiento alveolar está indicado en la apertura de áreas colapsadas por el exudado.

La maniobra de reclutamiento alveolar, se basa en la elevación de las presiones de ventilación de manera transitoria para conseguir airear zonas de pulmón colapsadas. Tiene dos áreas colapsadas: La primera área colapsada, el colapso es generado por la compresión desde el espacio intersticial ocupado por exudado, la segunda área colapsada es debido a obstrucción bronquial producido incluso sin ocupación del espacio intersticial por exudado unidad no reclutable. Por consiguiente, la maniobra de reclutamiento alveolar con el ventilador, es efectivo en algunos tipos de atelectasia (52,49) (Tabla 4). (Anexo 35)

Tabla 4. Maniobra de reclutamiento alveolar es efectiva en algunos tipos de atelectasia

Descripción	
Tipos	Maniobra reclutamiento alveolar con el ventilador
Obstruktiva	Es efectivo la manobra de reclutamiento
Compresiva	La maniobra no es efectiva en su manejo, (quirúrgico)
Adhesiva	Es efectivo la manobra de reclutamiento
Cicatrizal	Las maniobras son de utilidad limitada (fibrotico)

Tipos de maniobras de reclutamiento alveolar

Una importante cantidad de autores han mencionado distintos tipos de maniobras de reclutamiento alveolar. Se mencionarán solamente las más difundidas o aquellas que fueron origen de otras (Tabla 5).

Tabla 5. Maniobras de reclutamiento alveolar más conocidas

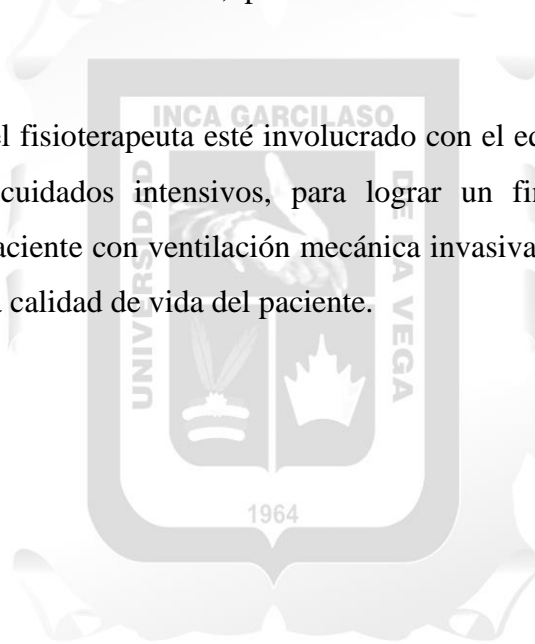
Descripción	
Autores	Tipos de maniobras de reclutamiento alveolar
Lapinsky SE, Grasso S	Insuflación sostenida de varia presiones
Amato M	Reclutamiento sostenido
Gatinotti L.	Posición prona
Grosso S.	Insuflación sostenida

CONCLUSIONES

- El análisis gráfico son curvas que están representadas por volumen, flujo, presión. estas curvas van suplir los cambios fisiológicos en los pacientes críticos, por consiguiente, es fundamental analizar los gráficos que es de vital importancia para el manejo fisioterapéutico.
- La ventilación mecánica está conformada por la variable control, es decir esta variable está controlada por el ventilador, debido a estas circunstancias existe dos modos ventilatorios comúnmente controladas por los ventiladores.
- En la ventilación mecánica invasiva clasifica en modo controlado por volumen y presión, cada una de estos modos esté relacionado con la curva presión, volumen, flujo.
- En el manejo clínico en pacientes críticos, es importante evidenciar las fugas aéreas, secreciones, atrapamiento de aire, dando énfasis a lo mencionado, se analizará las gráficas en pacientes críticos,
- El manejo fisioterapéutico, se enfoca en el seguimiento del paciente crítico con ventilación mecánica, permitiendo la intervención fisioterapéutica.
- En los pacientes clínicos se evidencia complicaciones pulmonares, en la cual se dará énfasis, a la atelectasia que está asociado al colapso alveolar, lo cual compromete la función respiratoria.
- El fisioterapeuta y el equipo multidisciplinario interpretara las gráficas del ventilador mecánico.

RECOMENDACIONES

- Sugiere que el fisioterapeuta en la unidad de cuidados intensivos debe de conocer la fisiología de las gráficas ventilatorias para una buena lectura en el análisis gráfico.
- Se plantea que se ejecute más investigaciones concernientes al análisis gráfico en ventilación mecánica invasiva en pacientes críticos, debido a la importancia de la práctica diaria de los profesionales dedicados a los cuidados intensivos.
- Con base en la evidencia de la investigación encontrada sugiere que el uso de la gráfica ventilatoria para optimizar el cuidado del paciente crítico requiere el entendimiento del contexto clínico, para un adecuado manejo en la ventilación mecánica.
- Se determina que el fisioterapeuta esté involucrado con el equipo multidisciplinario en la unidad de cuidados intensivos, para lograr un final satisfactorio en la recuperación del paciente con ventilación mecánica invasiva, bajo esa circunstancia se puede mejorar la calidad de vida del paciente.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Theerawit P, Sutherasan Y, Ball L, Pelosi P. Respiratory monitoring in adult intensive care unit. *Expert Review of Respiratory Medicine* [Internet]. 2017 [citado el 16 de abril de 2019]; 11(6):453–468. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17476348.2017.1325324>
2. Terrene P, Bussone G, Mascia L. Dynamic airway pressure-time curve profile (Stress index): a systematic review. *Minerva Anesthesiol* [Internet]. 2016 [citado el 16 de abril de 2019]; 82(1):58–68. Disponible en: https://www.minervamedica.it/en/journals/minerva-anestesiologica/article.php?cod=R02Y2016N01A0058#modal_3
3. Rose L, Gerdtz MF. Use of invasive mechanical ventilation in Australia emergency departments. *Emergency Medicine Australasia* [Internet]. 2009 [citado el 16 de abril de 2019]; 21(2):108–116. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1742-6723.2009.01167.x#accessDenialLayout>
4. Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. *An Pediatr* [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019]; 59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)
5. Arellano D. Análisis gráfico de la ventilación mecánica. *DOCPLAYER* [Internet]. 2007 [citado el 17 de abril de 2019]; 26 (2):17–27. Disponible en: <https://docplayer.es/21248750-Analisis-grafico-de-la-ventilacion-mecanica-klgo-daniel-arellano-kinesiologia-2007-26-2-17-27.html>
6. Gutiérrez-Muñoz F. Ventilación Mecánica. *Acta Med Per* [Internet]. 2011 [citado el 17 de abril de 2019]; 28(2): 87–104. Disponible en : http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172011000200006
7. Tomicic-Flores V, Zoueín-Juez L, Martínez-Rojas E. Monitoreo de la ventilación mecánica. En: Carrillo-Esper R, editor. *Ventilación Mecánica*. 1a ed. México: Editorial Alfil; 2013. p. 71–85.

8. Ramos-Gómez L, Benito-Vales S. Modos de soporte ventilatorio. En: Soler H, editor. Fundamentos de la ventilación mecánica. 1a ed. Barcelona, España: Editorial Marge Médica Brooks; 2012. p. 81-104.
9. Garnero AJ, Abbona H, Gordo-Vidal F, Hermosa-Gelbard C. Modos controlados por presión versus volumen en la ventilación mecánica invasiva. Med Intensiva [Internet]. 2012 [citado el 17 de abril de 2019]; 37(4):292–8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0210569112003166>
10. Ortiz G, Dueñas C, Lara A, Garay M, Blanco J, Díaz-Santos G. Bases de ventilación mecánica. Acta Colomb Ciudad Intensivo [Internet]. 2013 [citado el 20 de abril de 2019]; 13(2):17–45. Disponible en: https://www.academia.edu/16889014/Bases_de_Ventilacion_Mecanica_Acta_Colombiana_de_Cuidado_Intensivo_2013
11. Tomic V, Espinoza M, Andresen M, Molina J, Calvo M, Ugarte H, et al. Características de los pacientes que reciben ventilación mecánica en unidades de cuidados intensivos: primer estudio multicéntrico chileno. Rev. Med Chil [Internet] 2008 [citado el 20 de abril de 2019]; 136(8):959–67. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872008000800001&lng=en&nrm=iso&tlng=en
12. Castillo A. Ventilación mecánica invasiva en el paciente pediátrico. Neumol Pediatr [Internet]. 2017 [citado el 20 de abril de 2019]; 12 (1) 15–22. Disponible en: <https://www.neumologia-pediatrica.cl/wp-content/uploads/2017/06/ventilacion-mecanica.pdf>
13. Ramos L, Velandia E. Vigilancia de la ventilación mecánica. En: Gutiérrez Lizardi P, editor. Protocolo procedimiento en pacientes críticos. 1a ed. México: Editorial el manual moderno; 2010. p. 237–280.

14. Bazán P, Paz E, Subirana M. Monitorización del paciente en ventilación mecánica. *Enferm Intensiva* [Internet]. 2000 [citado el 20 de abril de 2019]; 11(2):75–85. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermeria-intensiva-142-articulo-monitorizacion-del-paciente-ventilacion-mecanica-13008822>
15. Leniado-Laborín R, Cabrales-Vargas N. EL ABC de la ventilación mecánica Manual práctico del manejo. 1a ed. México: Editorial Universidad Autónoma de Baja California; 2003.
16. Adaos C, Gonzáles A, Starler D, Medina P, Muñoz R. Análisis de presión inspiratoria máxima según tres protocolos en estudiantes voluntarios asintomáticos de la Universidad Católica de Maule, Chile. *Rev Chil Enferm Respir* [Internet]. 2017 [citado el 23 de abril de 2019]; 33(1):21–30. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482017000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=en
17. Fiz JA, Montserrat JM, Picardo C, Agusti-Vidal A. Presión inspiratoria máxima estática (PIM). Relación entre las presiones pico-meseta y efecto del aprendizaje. *Rev Arch Bronconeumología* [Internet]. 1987 [citado el 23 de abril de 2019]; 23(5):253-5. Disponible en: <https://www.archbronconeumol.org/es-presion-inspiratoria-maxima-estatica-pim--articulo-S0300289615319268>
18. Florián P, Zelandia EJ. Ventilación mecánica controlada por presión. En: Dueñas C, Ortiz G, Gonzáles M, editores. Ventilación mecánica: aplicación en pacientes críticos. 2a ed. Bogotá, Colombia: Distribuna Editorial; 2008. p. 37-42.
19. Ahanatha-Pillai S. Ventilación mecánica, fácil de hacer. 1a ed. México: Editorial Jhartze publishing; 2009.
20. Pérez M, Mancebo J. Monitorización de la mecánica ventilatoria. *Med Intensiva* [Internet]. 2006 [citado el 25 de abril de 2019]; 30(9): 440–448. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912006000900004

21. Ramos-Gómez L, Benito-Vales S. Inicio de la ventilación mecánica. En: Soler H, editor. Fundamentos de la ventilación mecánica. 1a ed. Barcelona, España: Editorial Marge Médica Brooks; 2012. p.105-130.
22. Rittner F, Doring M. Curvas y bucles en la ventilación mecánica. 1a ed. Madrid, España: Editorial Drager Medical; 2016.
23. Net A, Benito S. Ventilación mecánica. 3a ed. Barcelona, España: Editorial Springer-Verlag Ibérica; 2000.
24. López-Herce J, Carrillo Á. Ventilación mecánica: indicaciones, modalidades y programación y controles. An Pediatr Contin [Internet]. 2008 [citado el 25 de abril de 2019]; 6(6):321–9. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-anales-pediatria-continuada-51-pdf-S1696281808755975>
25. Carrillo-Álvarez A, López-Herce CJ. Programación de la ventilación mecánica. An Pediatr Contiene [Internet]. 2003 [citado el 25 de abril de 2019]; 59(1):67–74. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S169540330378151X>
26. Guirola de la Para J, Camacho-Assef V. Monitoreo gráfico en ventilación mecánica. En: Caballero-López A, editor. Terapia Intensiva Tomo II. 2a ed. La Habana, Cuba: Editorial Ciencias Médicas; 2006. p. 534-542.
27. Bhutani VK. Clinical applications of pulmonary function and graphics. Semin Neonatol [Internet]. 2002 [citado el 27 de abril de 2019]; 7(5):391–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084275602901338>
28. Tomicic FV, Molina-B J, Graf-S J, Espinoza-R M, Antúnez-R M, Errázuriz-C I, et al. Ajuste a la ventilación mecánica guiado por curvas presión-volumen de flujo lento en pacientes con síndrome de distress respiratorio agudo e injuria pulmonar aguda. Rev Med Chil [Internet]. 2007 [citado el 27 de abril de 2019]; 135(3):307–316. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872007000300005&lng=en&nrm=iso&tlng=en

29. Gómez-Grande M, González-Bellido V, Olguin G, Rodríguez H. Manejo de las Secreciones Pulmonares en el Paciente Crítico. *Enfer Intensiva* [Internet]. 2010 [citado el 3 de mayo de 2019]; 21(2):74–82. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermeria-intensiva-142-linkresolver-manejo-secreciones-pulmonares-el-paciente-S1130239910000350>
30. Navajas D, Roca J. Mecánica de la respiración. En: Tresguerres JA, editor. *Fisiología Humana*. 3a ed. Madrid, España: Editorial McGraw Gill Internamericana; 2005. p. 593-600.
31. Irrazabal C, Mancebo J. Monitorización de la ventilación mecánica. En: Ceraso D, editor. *Terapia intensiva*. 4a ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Panamericana; 2019.p. 228–230.
32. Carrillo-Esper R, Flores-Rivera OI, Zepeda-Mendoza AD, Meza-Márquez JM. Curva flujo/volumen en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica exacerbada. *Rev Asoc Mex Med Crit Intensiva* [Internet]. 2015 [citado el 5 de mayo de 2019]; 29(4):244–246. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rammcti/v29n4/v29n4a8.pdf>
33. Cristancho-Gómez W. Fundamentos de la fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica. 3a ed. Bogotá, Colombia: Editorial Manual Moderno; 2014.
34. López-Herce Cid J. Monitorización de la función respiratoria en el niño con ventilación mecánica (II): complianza, resistencia, hiperinsuflación dinámica, espacio muerto y trabajo respiratorio. *An Pediatr* [Internet]. 2003 [citado el 5 de mayo de 2019]; 59(3):278–285. Disponible en: <https://www.analesdepediatria.org/es-monitorizacion-funcion-respiratoria-el-nino-articulo-resumen-S1695403303781788>
35. Timoni A, Olguín G. Monitorización de la función respiratoria. En: Cristancho Gómez W, editor. *Fundamentos de la fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica*. 3a ed. Bogotá, Colombia: Editorial Manual Moderno; 2014. p. 630–636.

36. Hess D. Respiratory Mechanics in Mechanically Ventilated Patients. *Resp Car* [Internet]. 2014 [citado 2 de Julio de 2019]; 59 (11):1733–1794. Disponible en: <http://rc.rcjournal.com/content/59/11/1773>
37. Lucangelo U, Bernabé F, Blanch L. Respiratory mechanics derived from signals in the ventilator circuit. *Resp Car* [Internet]. 2005 [citado el 7 de mayo de 2019]; 50(1):55–65. Disponible en : <http://rc.rcjournal.com/content/50/1/55>
38. Correger E, Murias G, Chacón E, Estruga A, Sales B, López-Aguilar, et al. Interpretación de las curvas del respirador en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda. *Med Intensiva* [Internet]. 2012 [citado el 7 de mayo de 2019]; 36(4):294–306. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/medinte/v36n4/revision.pdf>
39. Donoso A, Arriagada D, Contreras D, Ulloa D, Neumann M. Respiratory monitoring of pediatric patients in the Intensive Care Unit. *Bolet Med Hosp Infant Mex* [Internet]. 2016 [citado el 15 de mayo de 2019]; 73(3):149–165. Disponible en : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444340917000103>
40. Nilsestuen J, Hargett K. Using Ventilator Graphics to Identify Patient-Ventilator Asynchrony. *Respir Care* [Internet]. 2005 [citado el 15 de mayo de 2019]; 50 (2):202–34. Disponible en : <http://rc.rcjournal.com/content/50/2/202>
41. Goñi-Viguria R, Yoldi-Azoz E, Casajús-Sola L, Aguereta-Larraya T, Fernandez-Sangil P, Guzmán-Unamuno E, Moyano-Berardo BM. Fisioterapia respiratoria en la unidad de cuidados intensivos: revisión bibliográfica. *Enferm Intensiva* [Internet]. 2018 [citado el 20 de mayo de 2019]; 29(4):168–181. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1130239918300580>
42. Ramírez-Barrera M Á, Molinar-Ramos F, Vázquez-Hernández MI, Baltazar-Torres J Ángel, Esquivel-Chávez A. Empleo de la ventilación mecánica en la unidad de cuidados intensivos. *Rev Asoc Mex Med Crit Ter Intensiva* [Internet]. 2002 [citado el 26 de mayo de 2019]; 16 (5):153–158. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2002/ti025a.pdf>

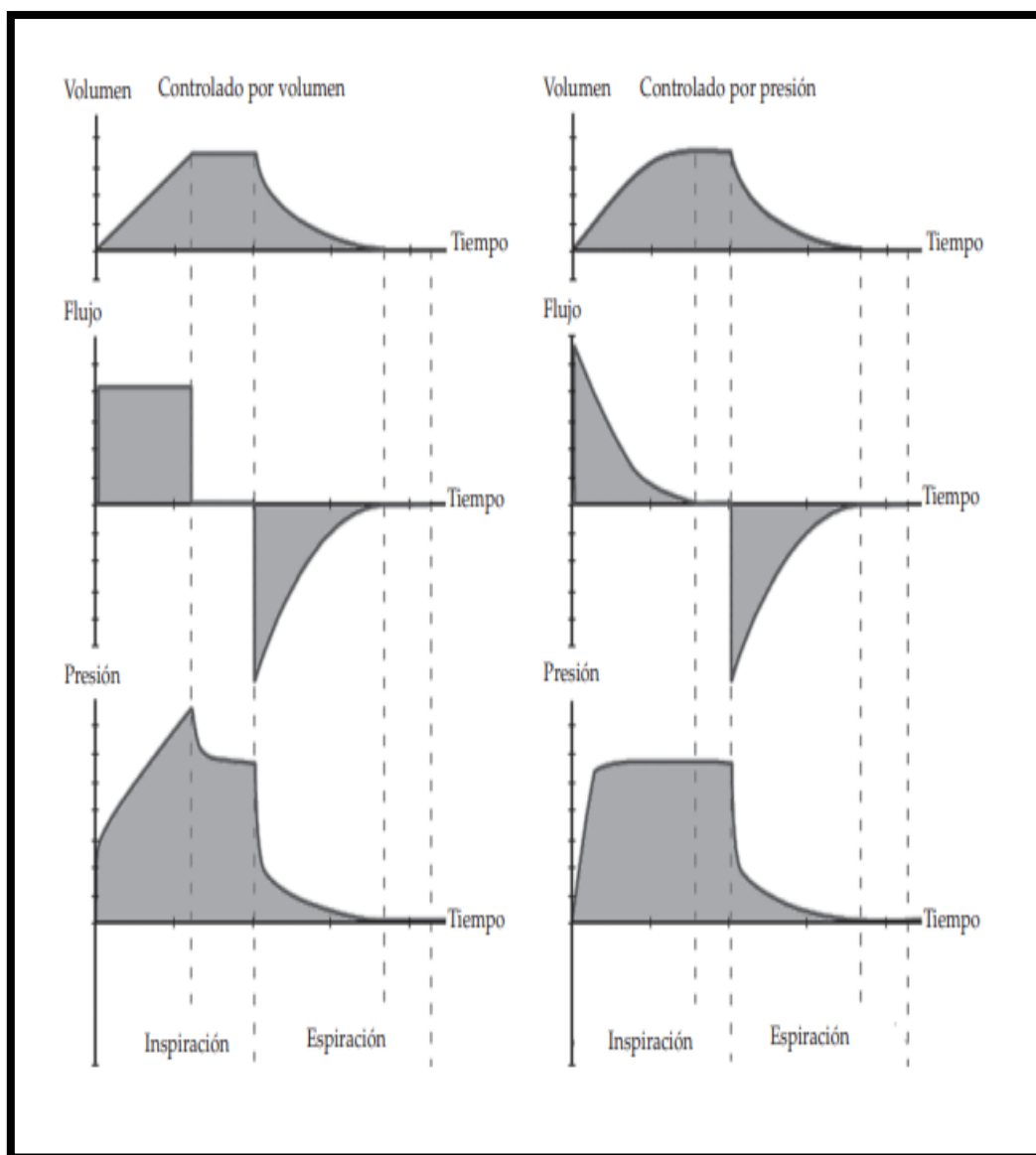
43. Robinder K, Bart R, Newt C. Respiratory monitoring during mechanical ventilation. ScienceDirect [Internet]. 2007 [citado 2 de Julio de 2019]. 17(5) 193–201. Disponible en : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1751722207000637>
44. Güell-Rous MR, Díaz-Lobato S, Rodríguez-Trigo G, Morante-Vélez F, San-Miguel M, Cejudo P, et al. Rehabilitación respiratoria. Arch Bronconeumol [Internet]. 2014 [citado el 30 de mayo de 2019]; 50(8):332–344. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300289614000878>
45. García-Argüello RJ. Atelectasia lobar. Rev Med Sinerg [Internet]. 2017 [citado el 5 de junio de 2019]; 2(4):12–5. Disponible en: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/72>
46. Brito-Cruz A, Alonso-Oviedo PA, Ones-García A, Retamero-Rodríguez A. Comportamiento de la ventilación mecánica en una unidad de cuidados intensivos. Rev Cub Med Int Emerg [Internet]. 2016 [citado el 5 de junio de 2019]; 15(2):63–68. Disponible en: http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/149/html_55
47. Fernández-Blanco R, Corrochano-Cardona R, Raga-Poveda P. Fisioterapia en Unidades de Cuidados Intensivos. Rev Patol Respir [Internet]. 2017 [citado el 10 de junio de 2019]; 20(4):130–7. Disponible en: https://www.revistadepatologiarespiratoria.org/descargas/pr_20-4_130-137.pdf
48. Cruz CL. Intervención del terapeuta respiratorio en el manejo, control y seguimiento del paciente en ventilación mecánica. En: Dueñas C, Ortiz G, Gonzalez M, editores. Ventilación Mecánica. 2a ed. Bogotá, Colombia: Editorial Distribuna; 2008. p. 400–13.
49. Cristancho-Gómez W. Fisioterapia en la UCI: teoría, experiencia y evidencia. 3a ed. Bogotá, Colombia: Editorial Manual Moderno; 2012.

50. Wilches-Luna EC, Durán-Palomino D, Muñoz-Arcos VE. Análisis de las maniobras de reclutamiento alveolar aplicadas en siete Unidades de Cuidado Intensivo. Rev Cienc Salud [Internet]. 2010 [citado el 15 de junio de 2019]; 8(3):49–59. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56220004003>
51. López-Aráoz A. Manejo de la hiperinsuflación pulmonar. Rol de la broncoscopía. Rev Am Med Resp [Internet]. 2013 [citado el 17 de junio de 2019]; 13(1):26–34. Disponible en: http://www.ramr.org/articulos/volumen_13_numero_1/articulos_especiales/articulo_especial_manejo_hiperinsuflacion_pulmonar_rol_broncoscopia.php
52. Perasso O, Capurro J, Sanz R, Gómez L. Maniobra de reclutamiento alveolar. Rev.Arg.Anest [Internet]. 2006 [citado el 15 de junio de 2019]; 65(5): 201–215. Disponible en: https://www.anestesia.org.ar/search/articulos_completos/1/1/1091/c.pdf



ANEXOS

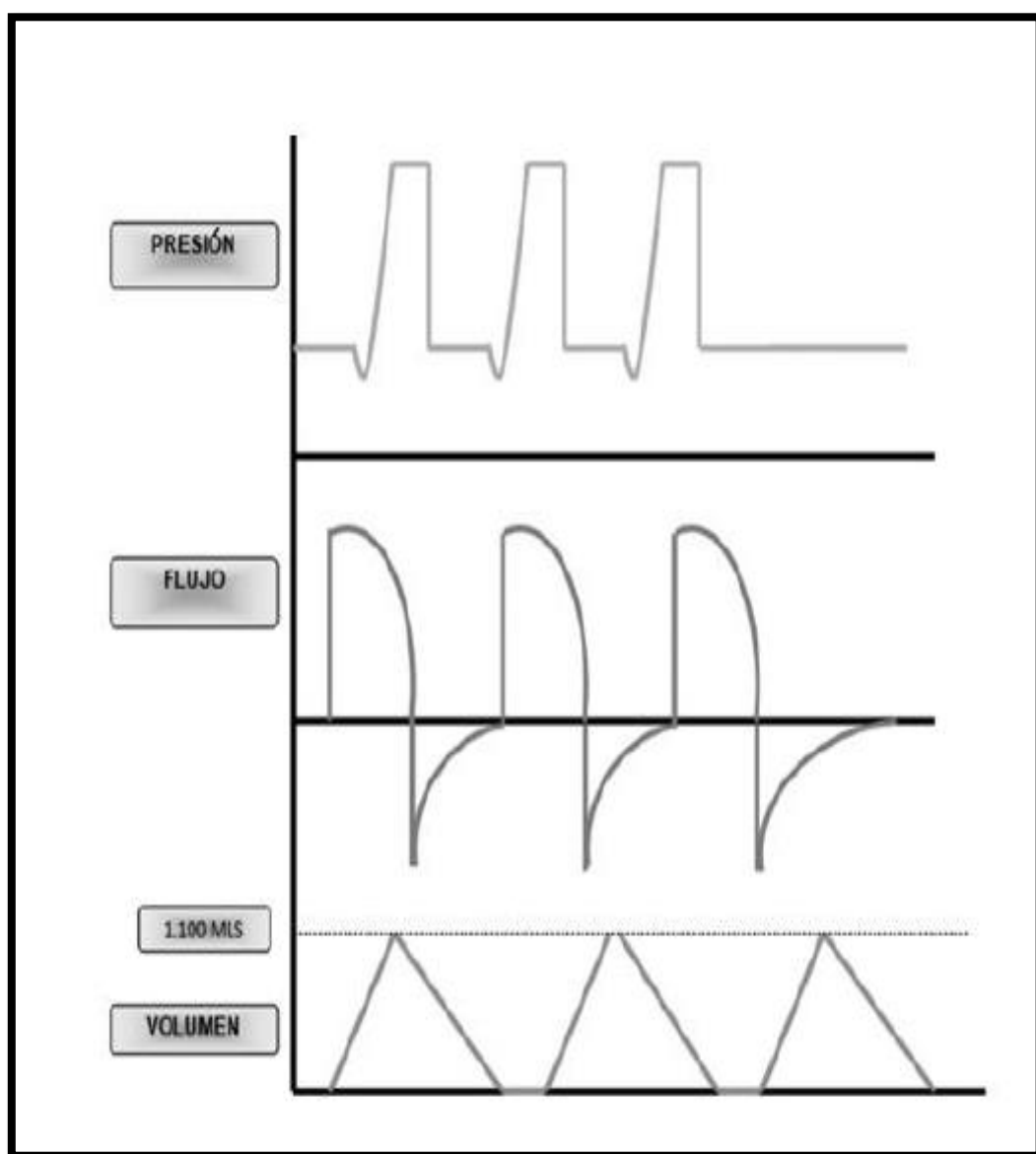
Anexo 1: Variable de control



Análisis de los diferentes tipos de curvas (presión, volumen y flujo) en los dos principales modos de control de ventilación controlada por volumen (izquierda) ventilación por controlada por presión (derecha)

Referencia: Ramos-Gómez L, Benito-Vales S. Modos de soporte ventilatorio. En: Soler H, editor. Fundamentos de la ventilación mecánica. 1a ed. Barcelona, España: Editorial Margen Médica Brooks; 2012. p. 81-104.

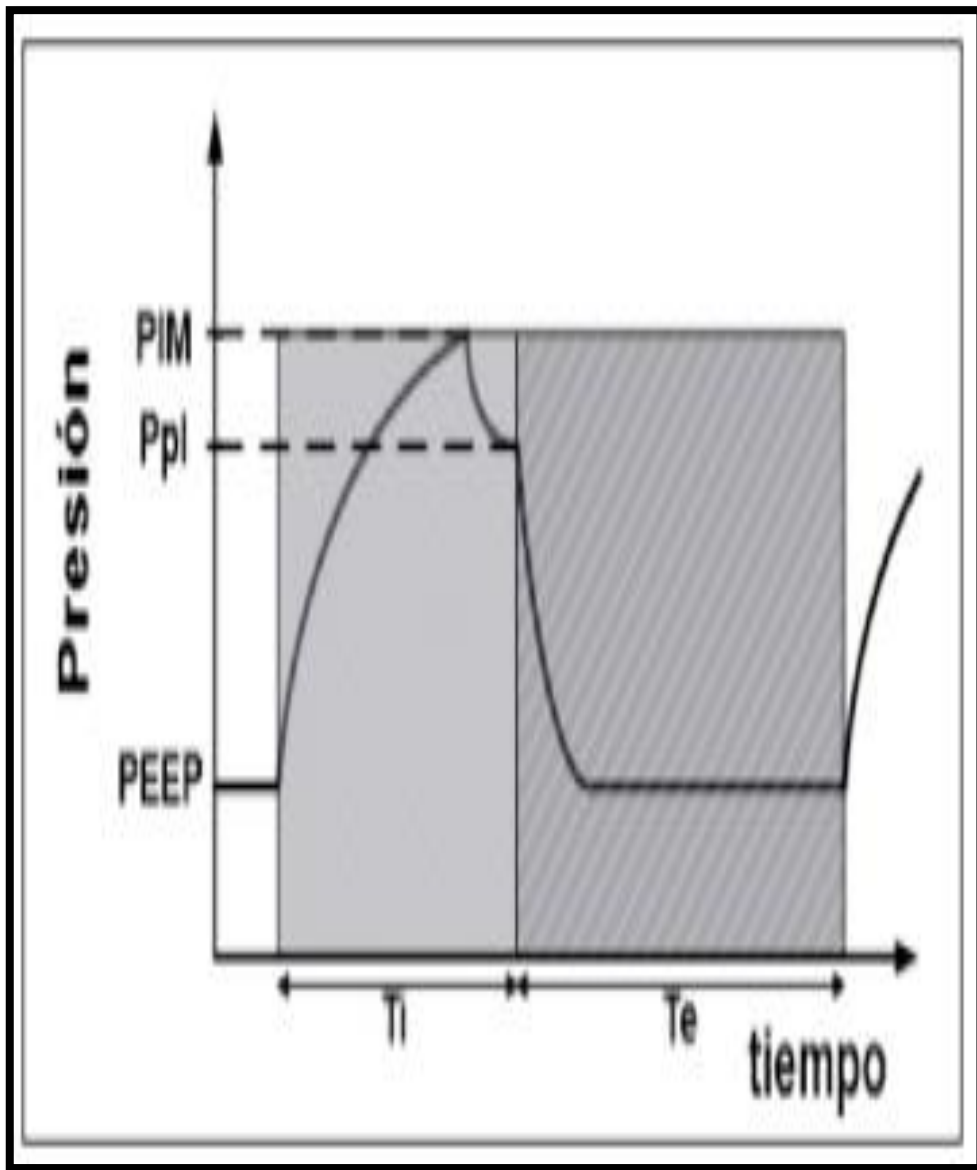
Anexo 2: Curvas de análisis con una sola variable



Ventilación mecánica invasiva se caracteriza por tres variables presión, flujo, volumen tiempo se aplica en estas variables.

Referencia: Ortiz G, Dueñas C, Lara A, Garay M, Blanco J, Díaz-Santos G. Bases de ventilación mecánica. Acta Colomb Ciudad Intensivo [Internet]. 2013 [citado el 20 de abril de 2019]; 13(2):17–45. Disponible en: https://www.academia.edu/16889014/Bases_de_Ventilacion_Mecanica_Acta_Colombiana_de_Cuidado_Intensivo_2013

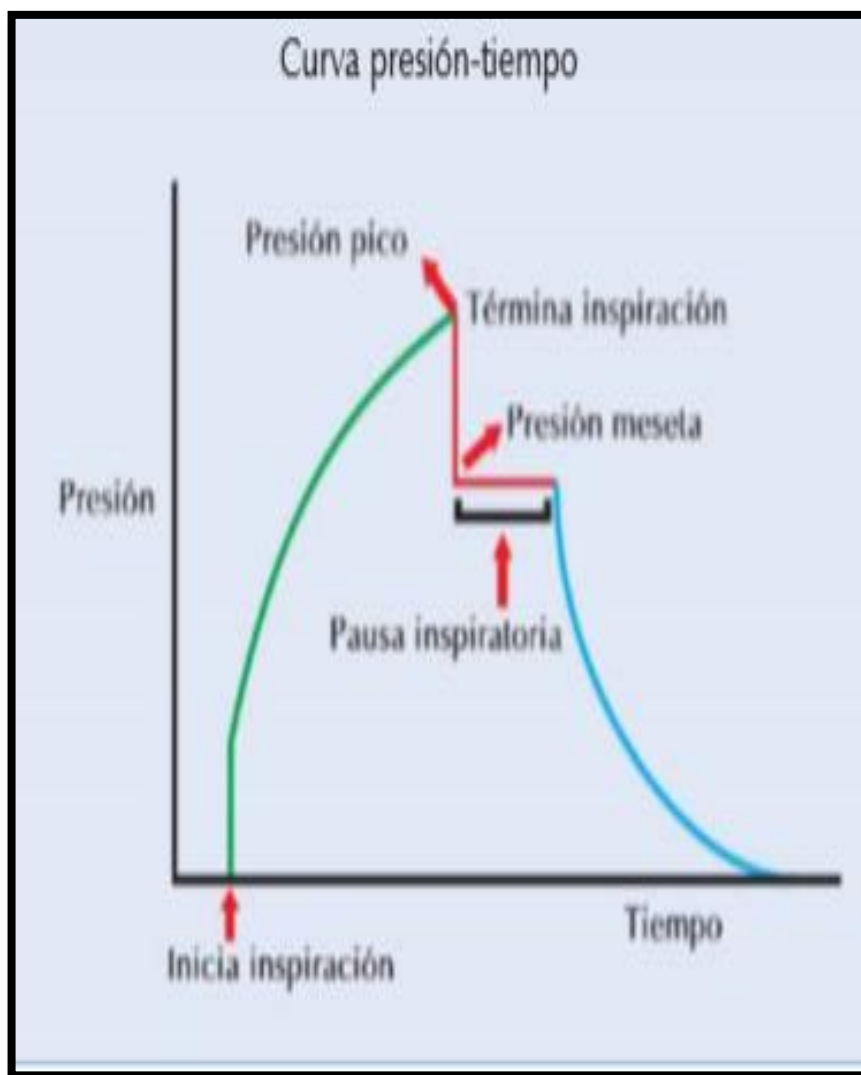
Anexo 3: Curva presión tiempo



Esta imagen se observa los patrones, en la cual se mencionará a continuación. PIN (presión inspiratoria máxima), Ppl (Presión plateau), PEEP (presión positiva al final de la espiración), T_i (tiempo inspiratorio), T_e (Tiempo espiratorio)

Referencia: Castillo AE. Ventilación mecánica invasiva en el paciente pediátrico. Neumol Pediatr [Internet]. 2017 [citado el 20 de abril de 2019]; 12 (1) 15–22. Disponible en: <https://www.neumologia-pediatria.cl/wp-content/uploads/2017/06/ventilacion-mecanica.pdf>

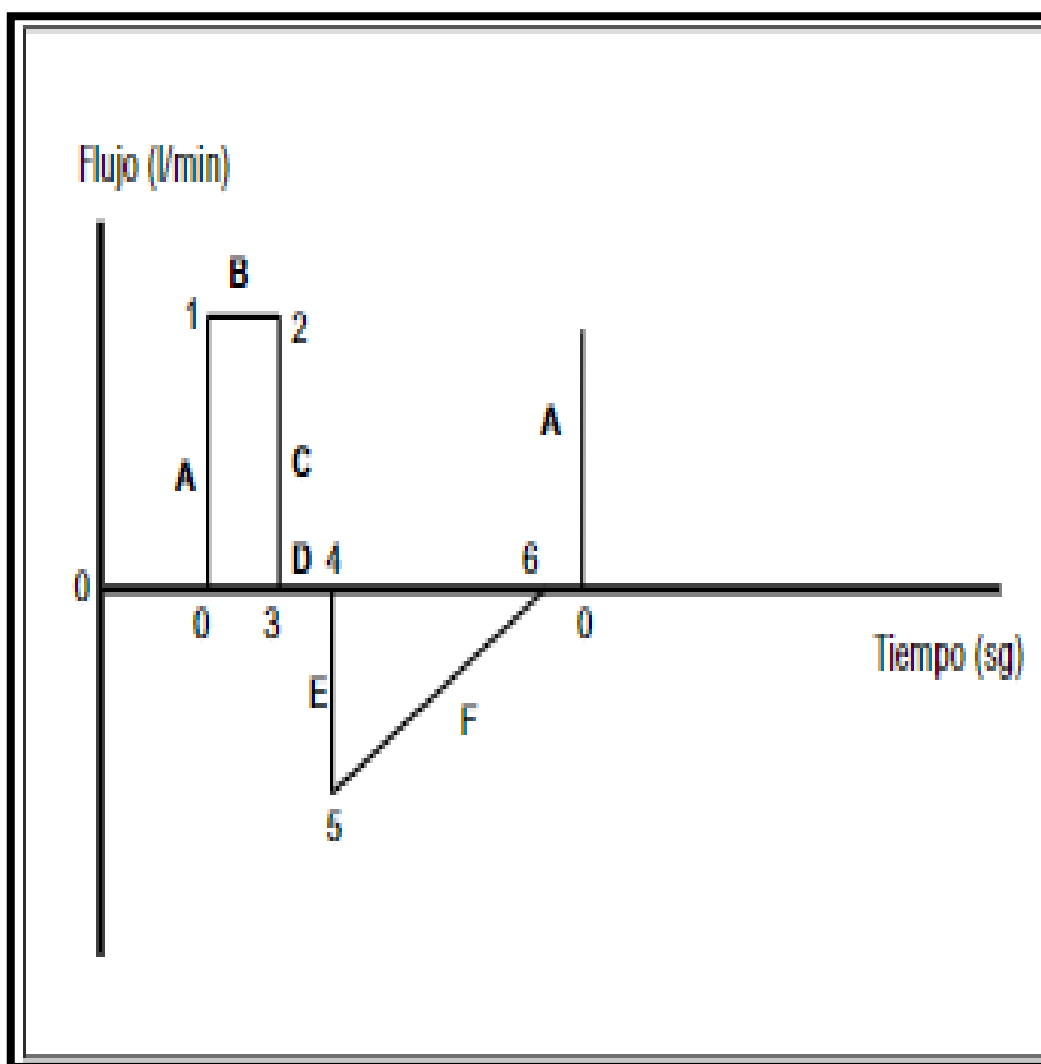
Anexo 4: Programación de la ventilación controlada por presión



La curva de presión durante la inspiración pasiva con flujo constante tiene una fase inicial donde la presión aumenta rápidamente hasta la presión inspiratorio pico, luego llega a un plateau hacia la fase terminal de la inspiración y cae bruscamente cuando el flujo cesa, y luego queda en la presión meseta o pausa inspiratoria para luego iniciar presión espiratoria al final de la espiración

Referencia: Dueñas C, Ortiz G, Gonzalez M. Ventilación Mecánica: aplicación pacientes críticos. 2a ed. Bogotá, Colombia: Distribuna Editorial; 2008.

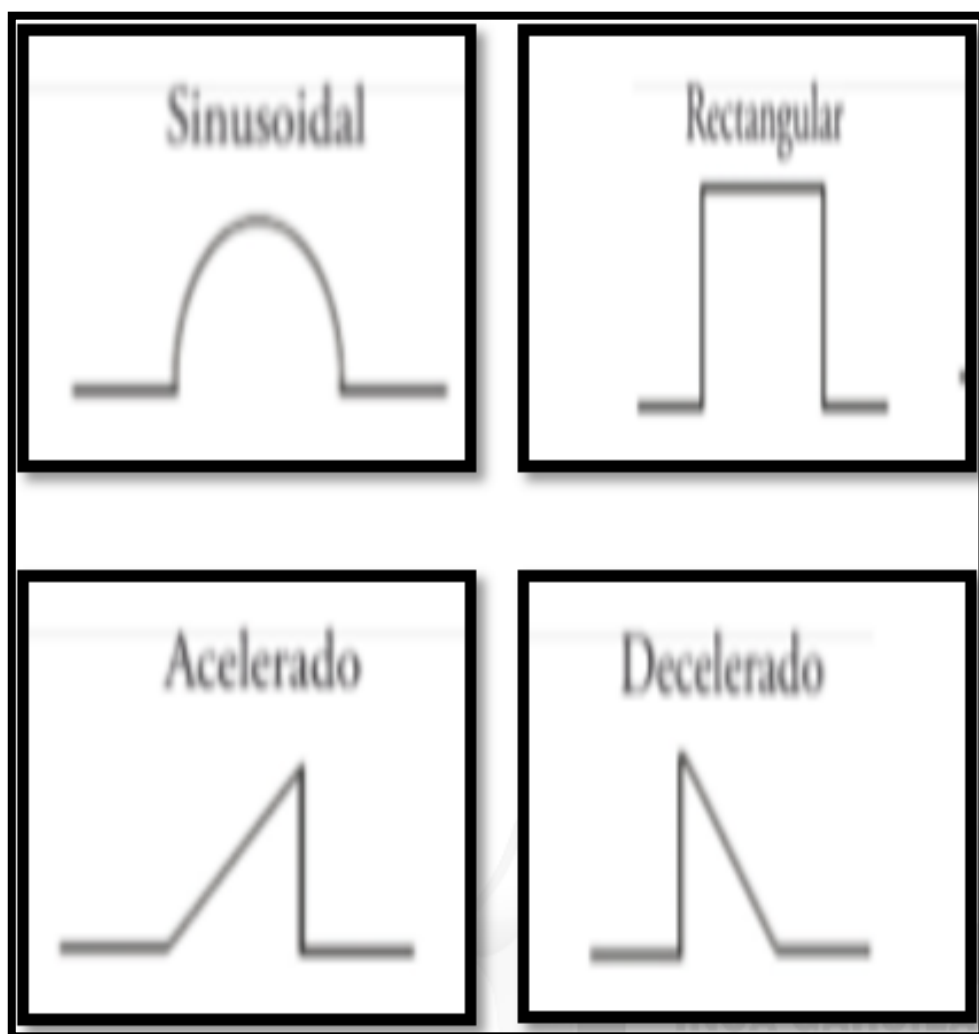
Anexo 5: Curva flujo-tiempo



Tramo A: del punto (0 al 1), ascenso inicial hasta el flujo inspiratorio máximo. Tramo B: del punto (1 al 2), flujo constante durante la inspiración. Tramo C: del punto (2 al 3), cese de flujo inspiratorio al final de la inspiración. Tramo D: punto (3 al 4), pausa inspiratoria a flujo 0. Tramo E: punto (4 al 5), inicio de la espiración hasta flujo espiratorio máximo. Tramo F: punto 5 al 6. Flujo espiratorio decreciente hasta llegar a 0.

Referencia: Pérez M, Mancebo J. Monitorización de la mecánica ventilatoria. Med Intensiva [Internet]. 2006 [citado el 25 de abril de 2019]; 30(9):440–448. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-569120060009000004

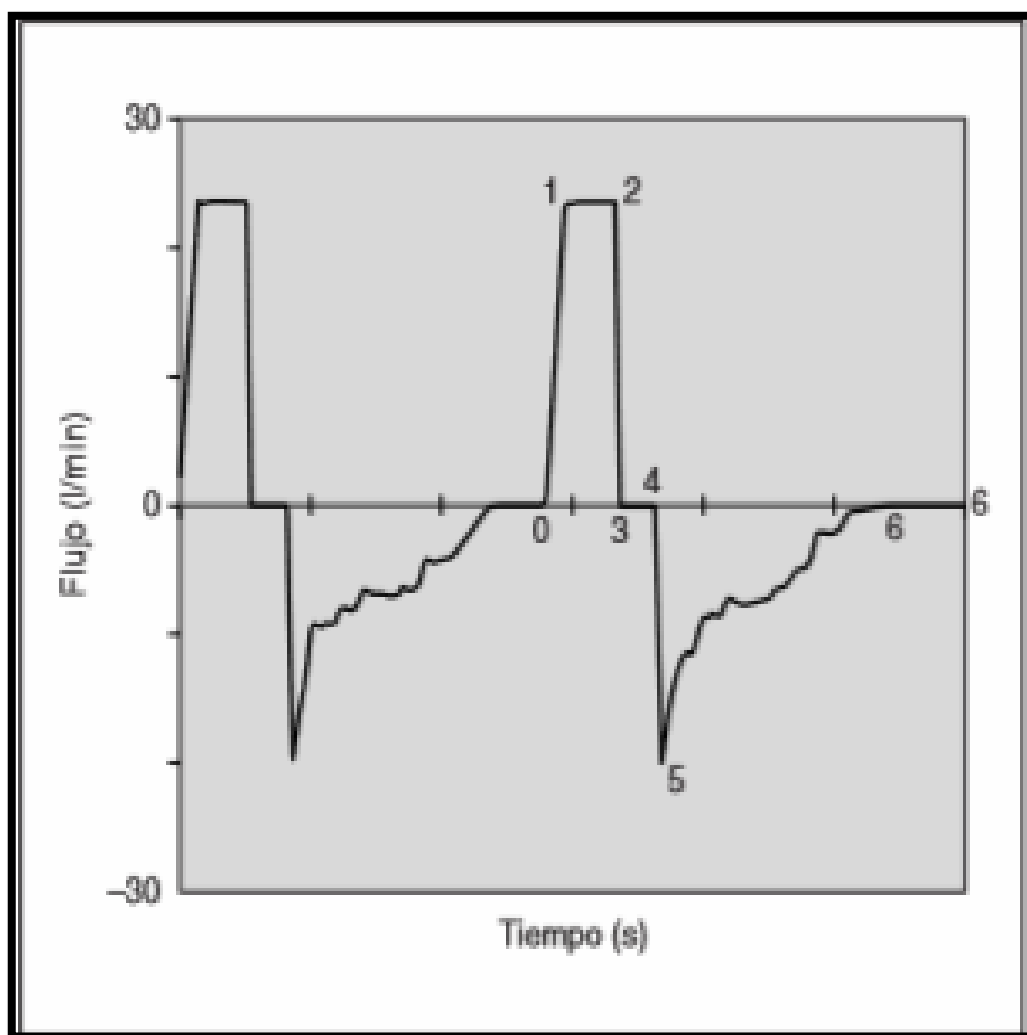
Anexo 6: Programación de los parámetros ventilatorios (patrón de flujo inspiratorio)



Patrón de flujo inspiratorio tiene diversas morfologías del flujo inspiratorio, rectangular o cuadrado, acelerado, decelerado y sinusoidal, en la práctica clínica los patrones más utilizados son, de onda cuadrada y onda decelerada.

Referencia: Ramos-Gómez L, Benito-Vales S. Inicio de la ventilación mecánica. En: Soler H, editor. Fundamentos de la ventilación mecánica. 1a ed. Barcelona, España: Editorial Marge Médica Brooks; 2012. p. 105-130.

Anexo 7: Modalidad ventilatoria controlada por volumen (F/t)

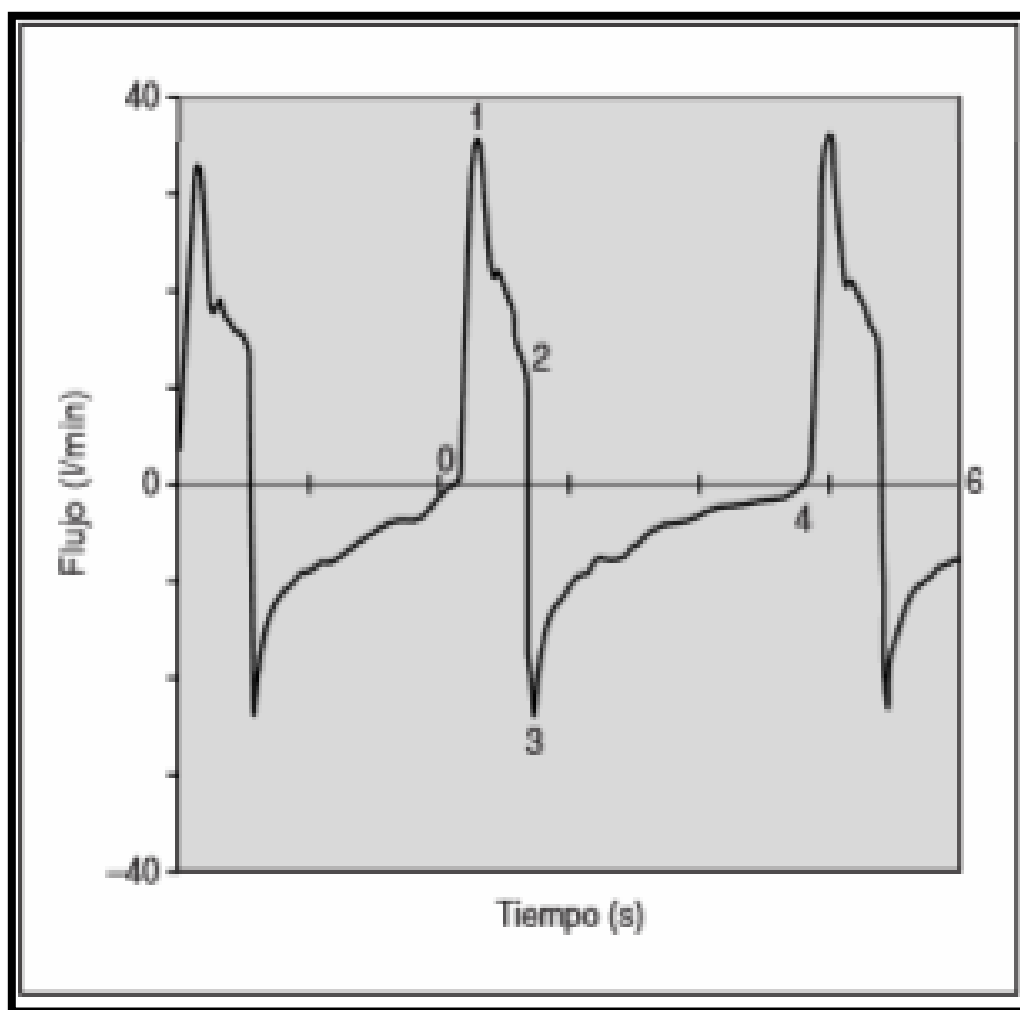


Curvas de flujo/tiempo en las modalidades controladas por volumen

Modificación de la curva en función de la programación del ventilador, se basa en la modalidad ventilatoria, es de decir la modalidad controlada por volumen (con flujo inspiratorio constante) su patrón de flujo inspiratorio es de onda cuadrada.

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019]; 59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

Anexo 8: Modalidad ventilatoria controlada por presión (F/t)

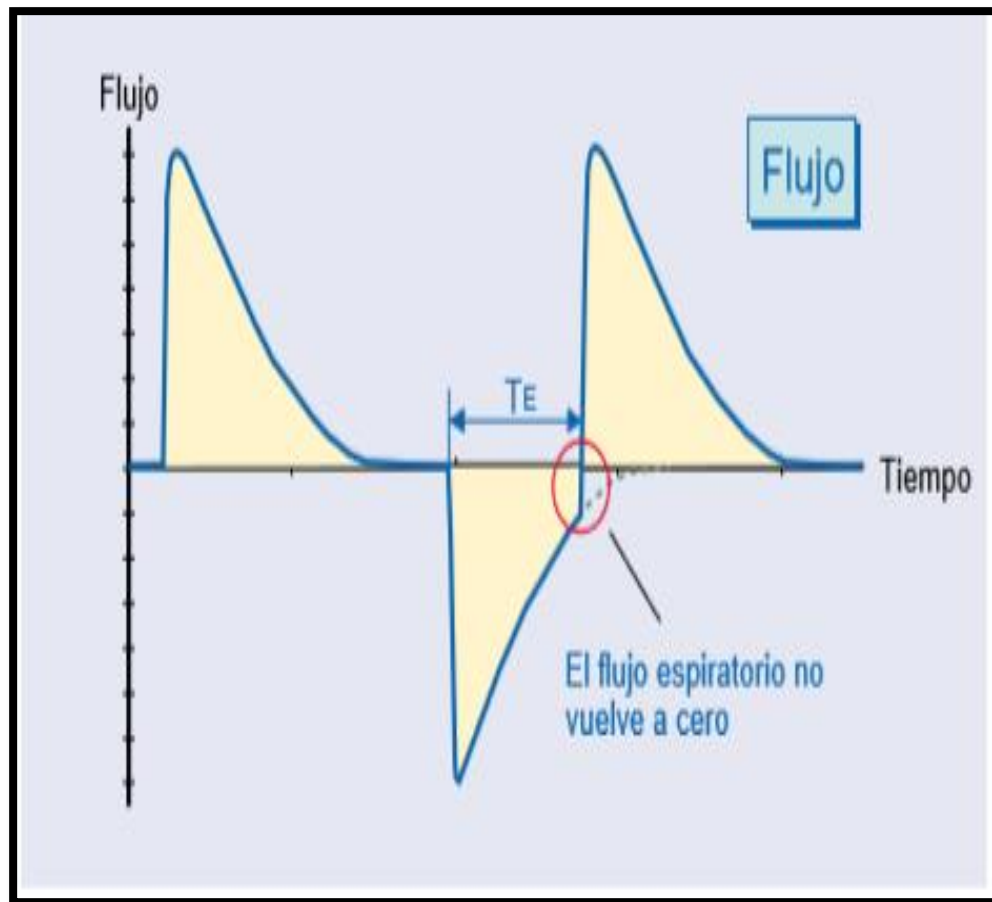


Curvas de flujo/tiempo en las modalidades controladas por presión

Modificación de la curva en función de la programación del ventilador, se basa en la modalidad ventilatoria, es decir en la modalidad ventilatoria controlada por presión (con flujo inspiratorio decelerado) con patrón de flujo inspiratorio de onda decelerada.

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

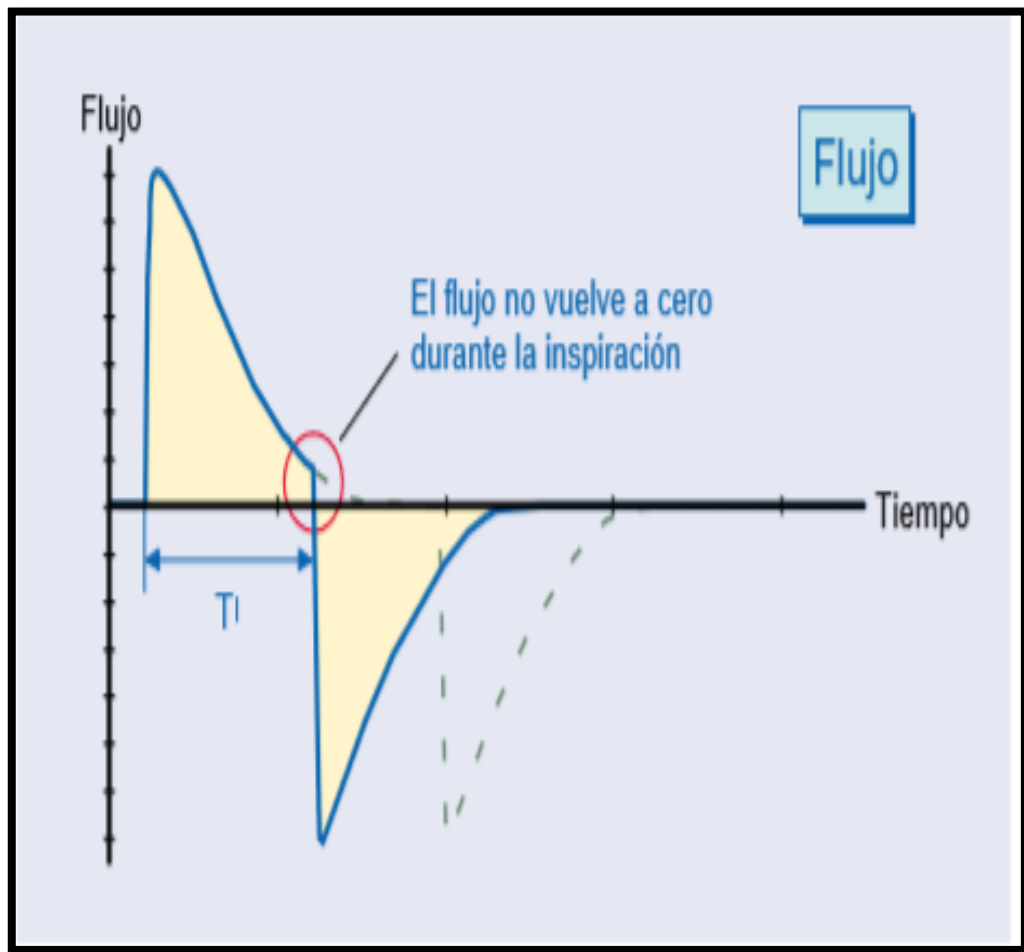
Anexo 9: Representación de los patrones (curva de flujo en el caso de un tiempo espiratorio insuficiente)



Representa: Una curva de F/t , donde el flujo espiratorio no llega a 0, esto indica insuficiente el tiempo espiratorio y equivale al atrapamiento de aire con generación de auto PEEP.

Referencia: Rittner F, Doring M. Curvas y bucles en la ventilación mecánica. 1a ed. Madrid, España: Editorial Drager Medical; 2016.

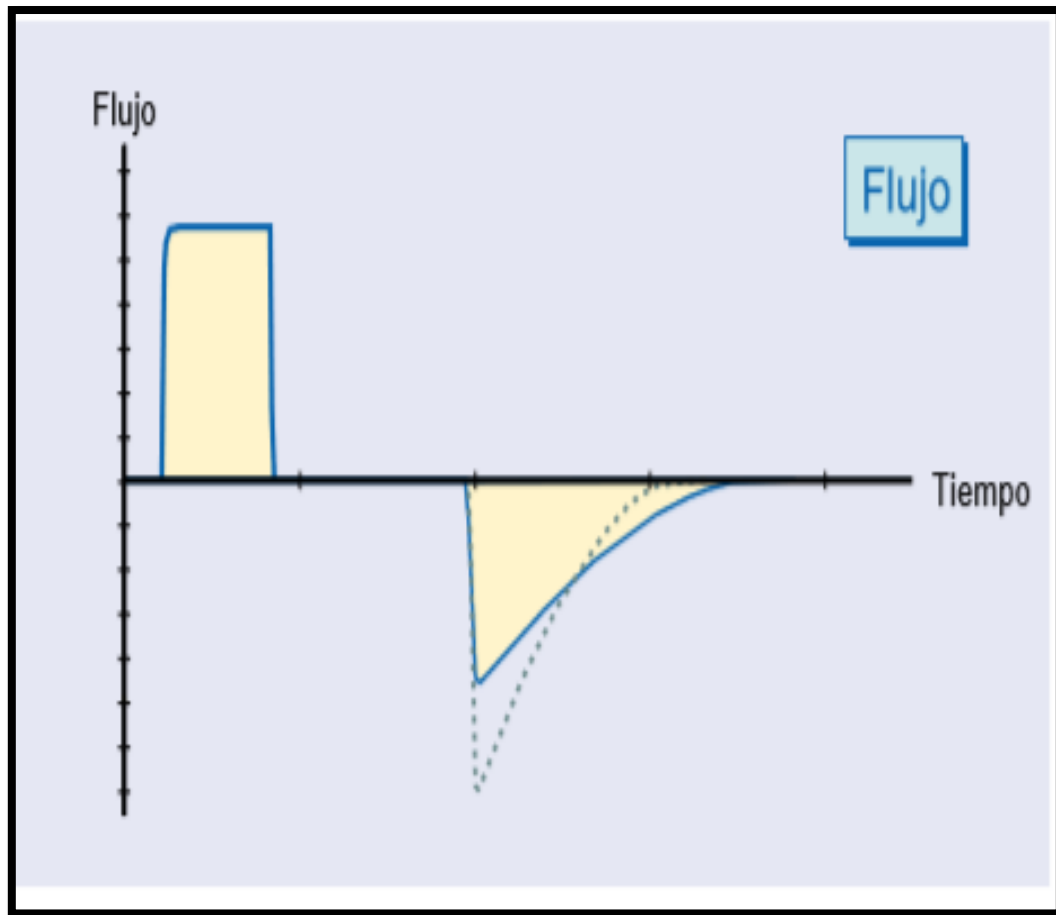
Anexo 10: Representación de los patrones (curva de flujo en el caso de un tiempo inspiratorio insuficiente)



Curva de flujo-tiempo, donde se observa que el flujo inspiratorio no retorna a cero, lo cual implica un tiempo inspiratorio insuficiente.

Referencia: Rittner F, Doring M. Curvas y bucles en la ventilación mecánica. 1a ed. Madrid, España: Editorial Drager Medical; 2016.

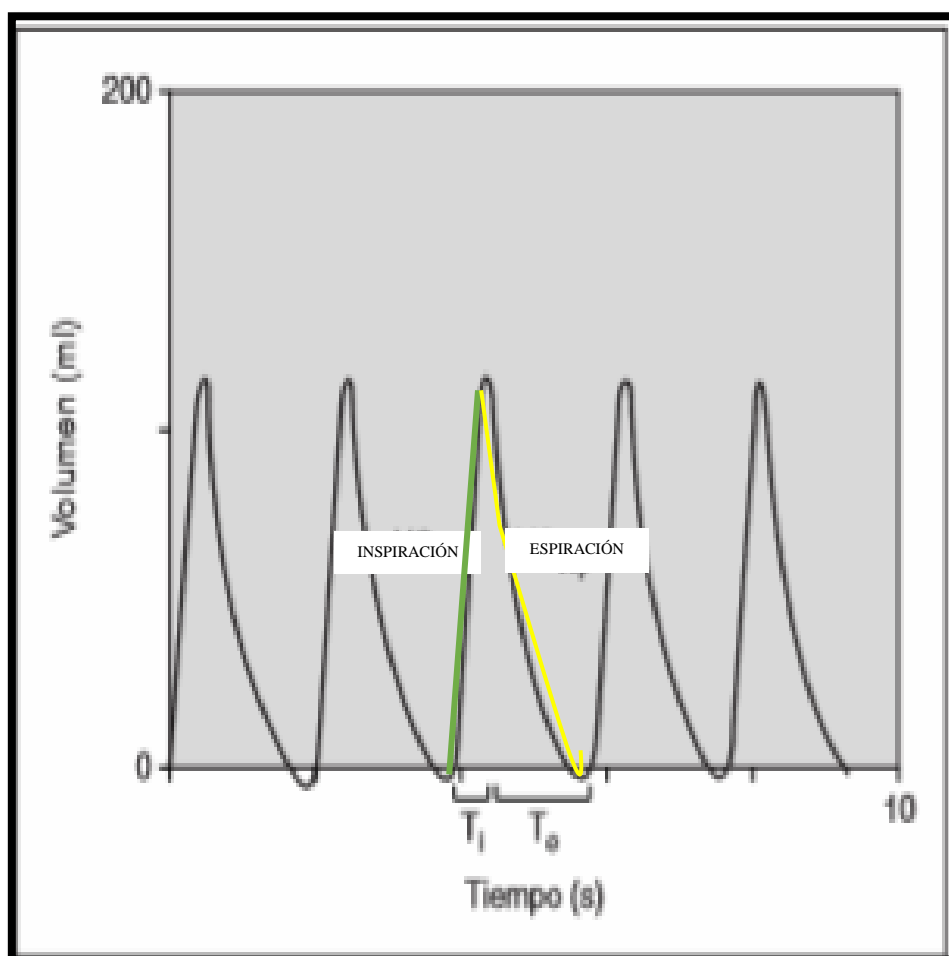
Anexo 11. Representación de los patrones (curva de flujo en el caso de un aumento de la resistencia espiratoria)



Una curva de espiratorio suave, indica un incremento de la resistencia espiratoria, lo cual puede ser producido por filtros de para humificación o tapamiento producido por una nebulización

Referencia: Rittner F, Doring M. Curvas y bucles en la ventilación mecánica. 1a ed. Madrid, España: Editorial Drager Medical; 2016.

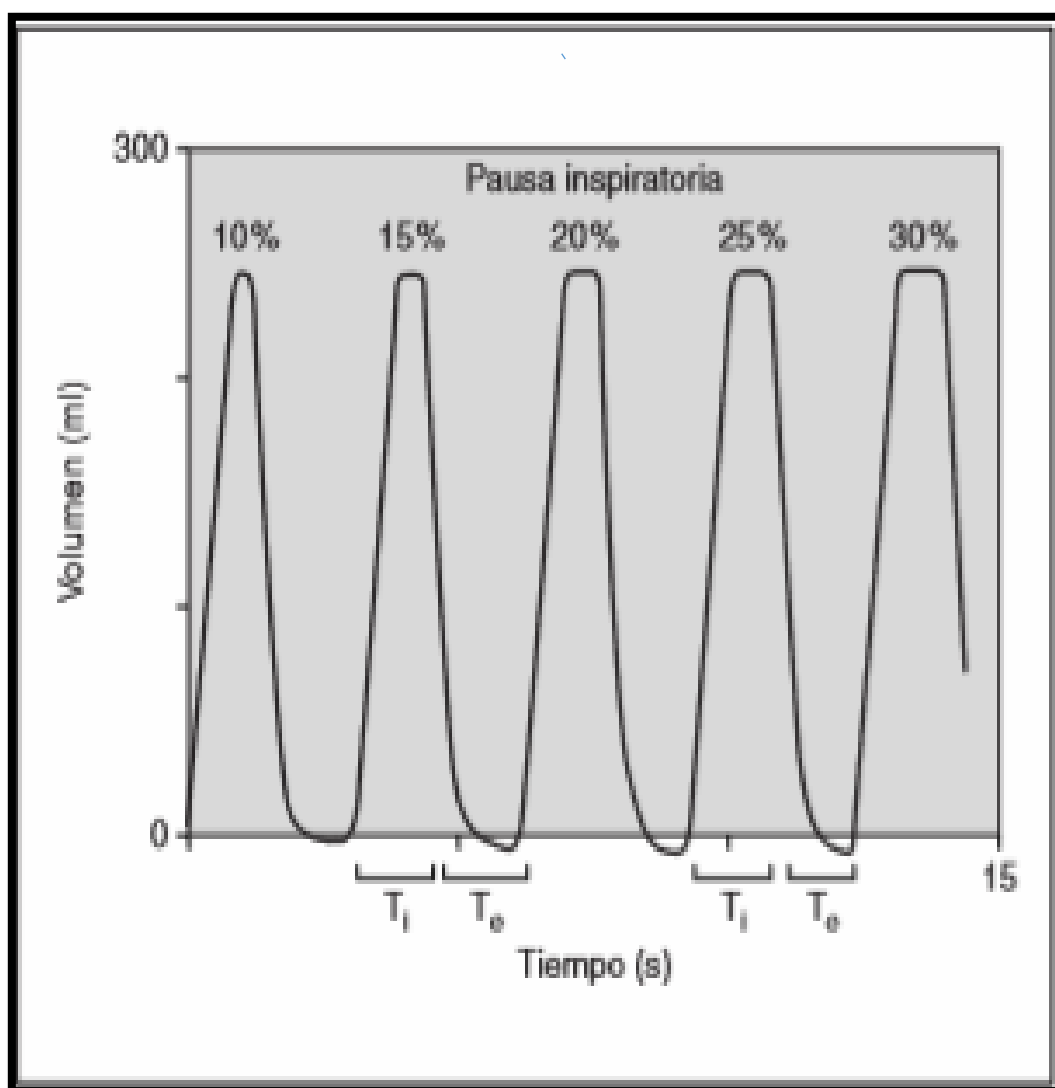
Anexo 12: Curva volumen-tiempo V/t



La curva de volumen tiempo representa los cambios que sufre el volumen de aire durante el ciclo respiratorio en relación al tiempo. Se observa dos diferencias en la inspiración: la rama es ascendente, y en la espiración la rama es descendente.

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019]; 59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

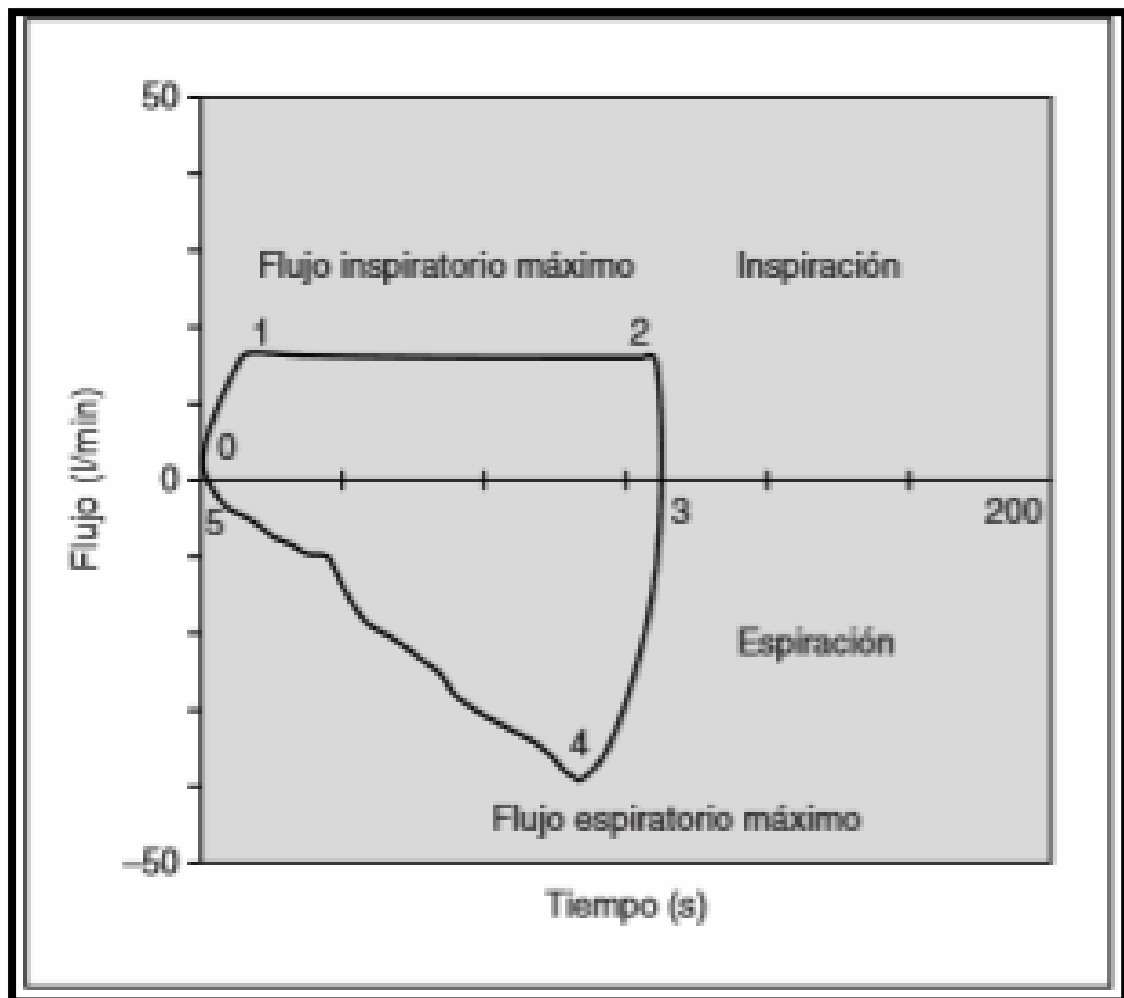
Anexo 13: Programación del ventilador controlado por volumen



Curva de volumen-tiempo en la modalidad volumen control. Obsérvese cómo aumenta el tramo horizontal al final de la inspiración a medida que aumenta el porcentaje de pausa inspiratoria T_i : tiempo inspiratorio; T_e : tiempo espiratorio

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019]; 59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

Anexo 14: Gráfica de análisis con dos variables (bucle flujo-volumen)

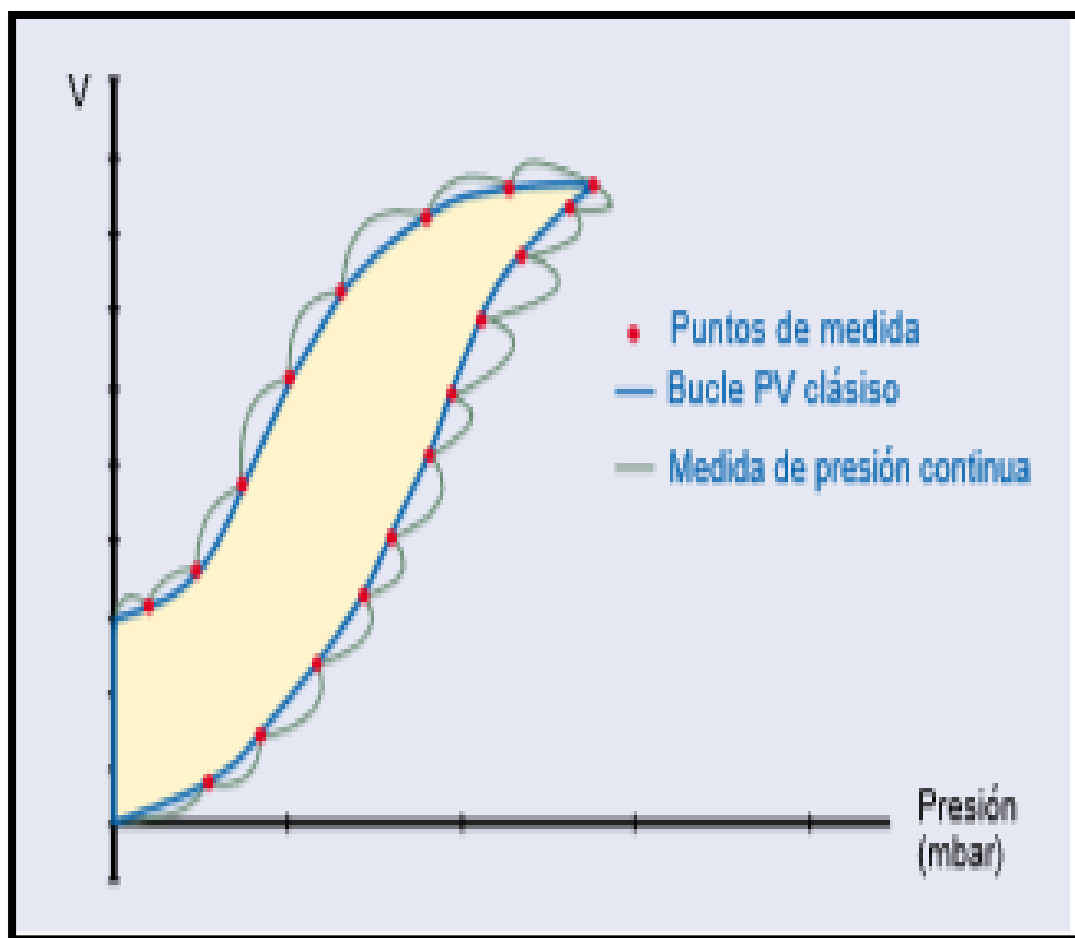


Primer tramo, del punto 0 a 1 ascenso inicial hasta el flujo inspiratorio máximo; segundo tramo, es del punto 1 al 2 flujo constante durante la inspiración; el tercer tramo, del punto 2 al 3 cese del flujo inspiratorio al final de la inspiración.

Cuarto tramo, del punto 3 al 4 inicio de la espiración hasta alcanzar el flujo espiratorio máximo; último tramo, del punto 4 al 5 flujo decreciente durante la espiración hasta alcanzar el flujo cero.

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019]; 59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

Anexo 15: Gráfica de análisis con dos variables (bucle presión-volumen)



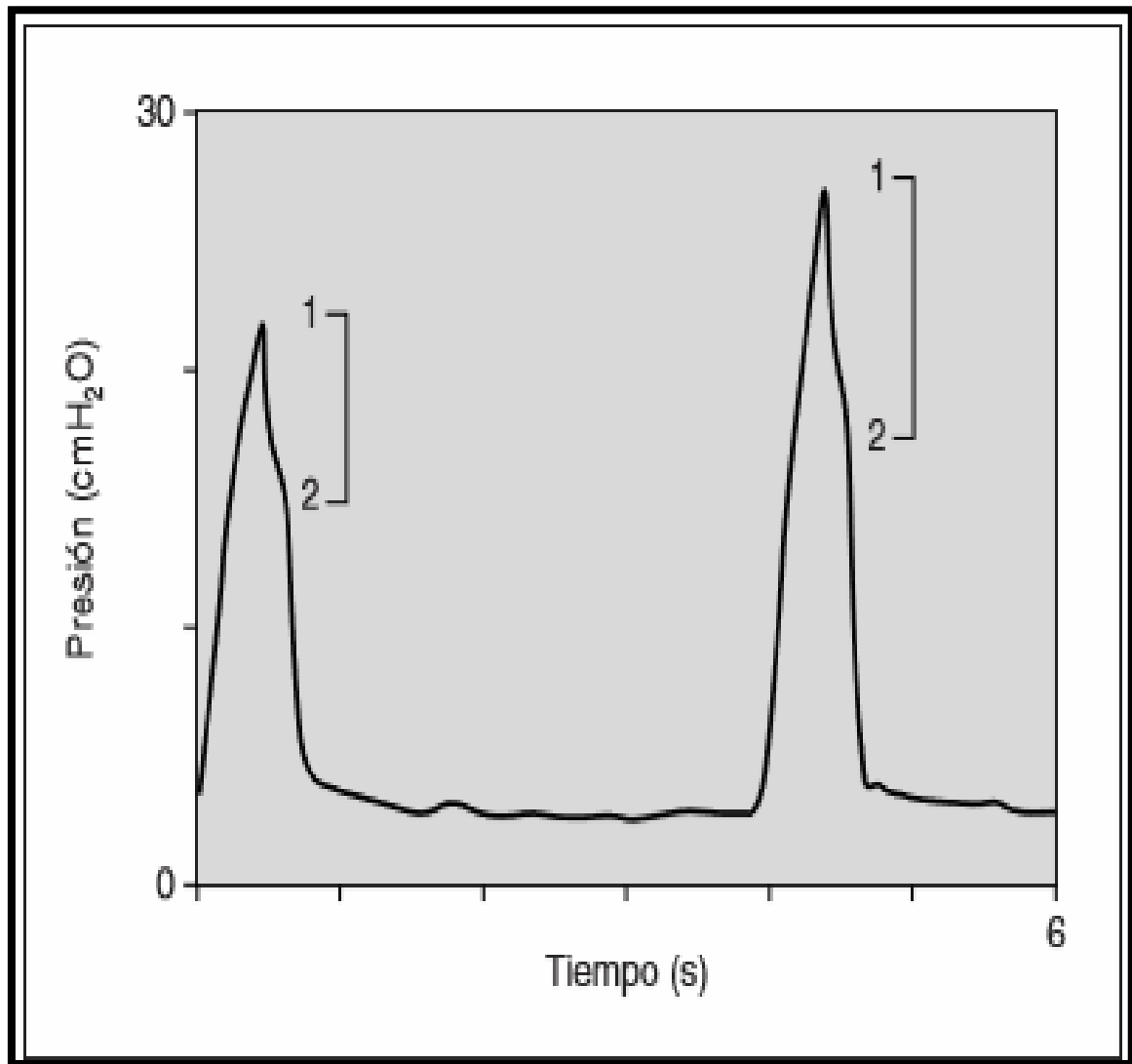
Para generar una curva de presión-volumen se utiliza el método de la súper jeringa.

Usando una súper jeringa, el volumen del pulmón aumenta paso a paso. Unos segundos después de cada aumento de volumen, se mide la presión resultante. El bucle P-V se crea conectando los puntos

Referencia: Rittner F, Doring M. Curvas y bucles en la ventilación mecánica. 1a ed. Madrid, España: Editorial Drager Medical; 2016.

Anexo 16: Manejo clínico de la curva P/t (resistencia de aumento de las vías áreas)

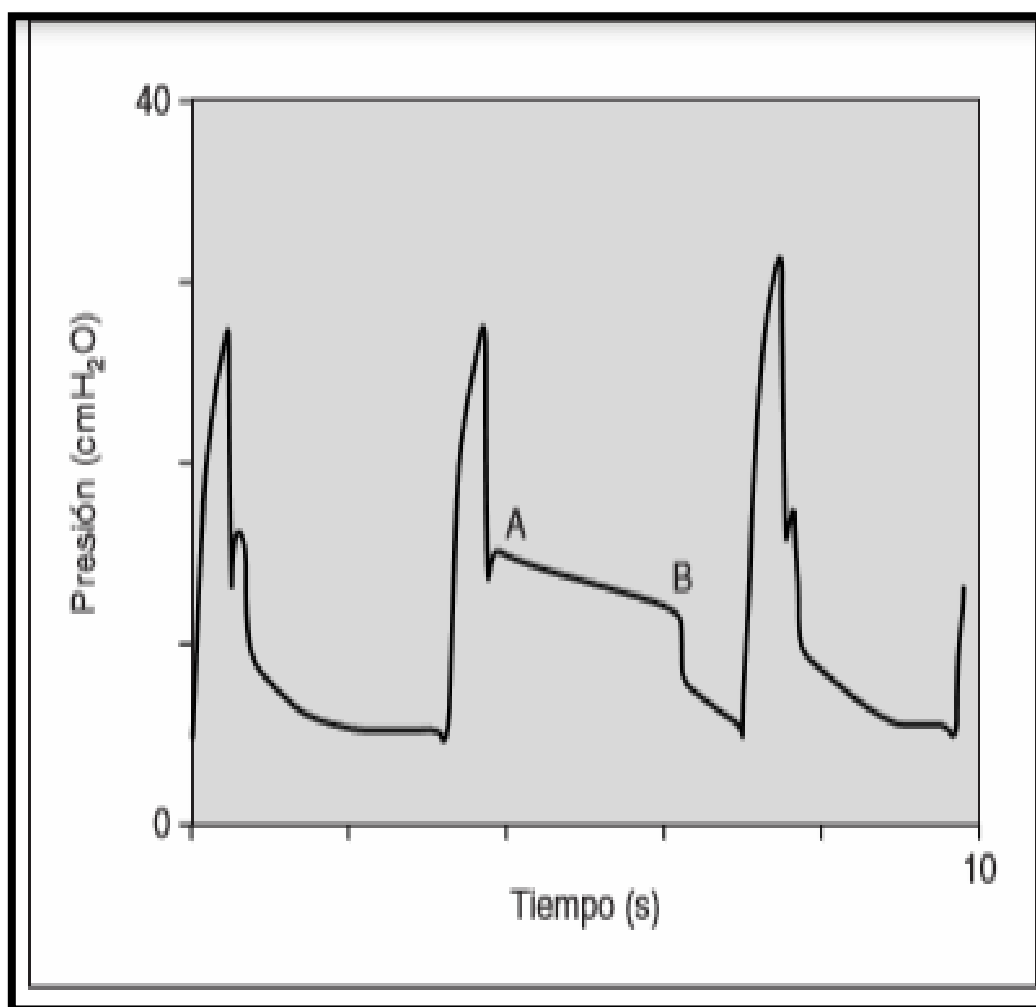
Anexo 17: Manejo clínico de la curva P/t (resistencia de aumento de las vías áreas)



Curva presión-tiempo en modalidad ciclada por volumen. Obsérvese cómo un acodamiento del tubo endotraqueal produce un incremento de la presión pico (1) sin aumento de la presión meseta (2), aumentando la presión de resistencia (distancia de 1 a 2).

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. *An Pediatr* [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019]; 59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

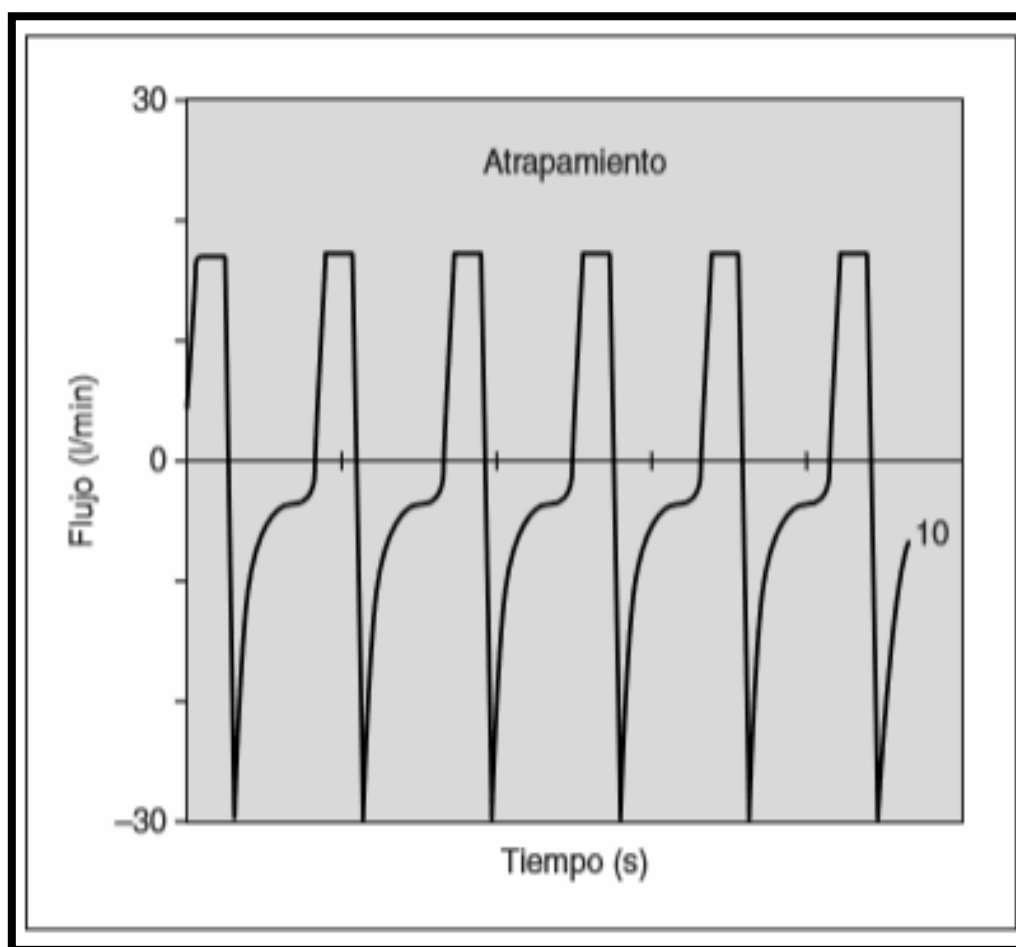
Anexo 18: Manejo clínico de la curva P/t (sospechar la presencia de fugas)



Curva presión-tiempo en modalidad ciclada por volumen. Obsérvese cómo no se consigue una presión meseta estable (trazado del punto A al punto B) durante una pausa inspiratoria prolongada, debido a la existencia de fugas en el circuito

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

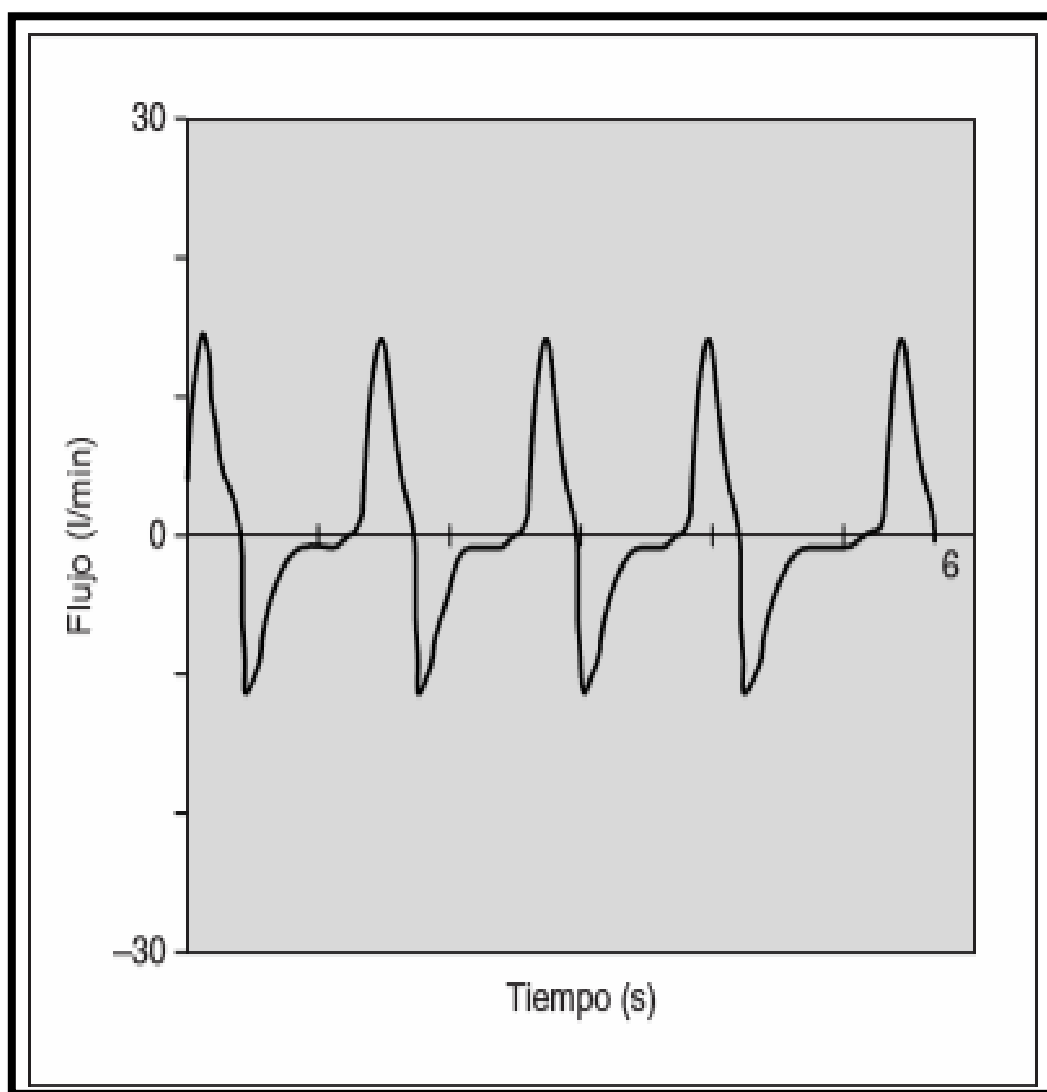
Anexo 19: Manejo clínico de la curva F/t (detección del atrapamiento aéreo)



Curva de flujo-tiempo en modalidad de volumen control. Obsérvese que el flujo espiratorio final no ha llegado a 0 en el momento de iniciarse un nuevo ciclo respiratorio

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

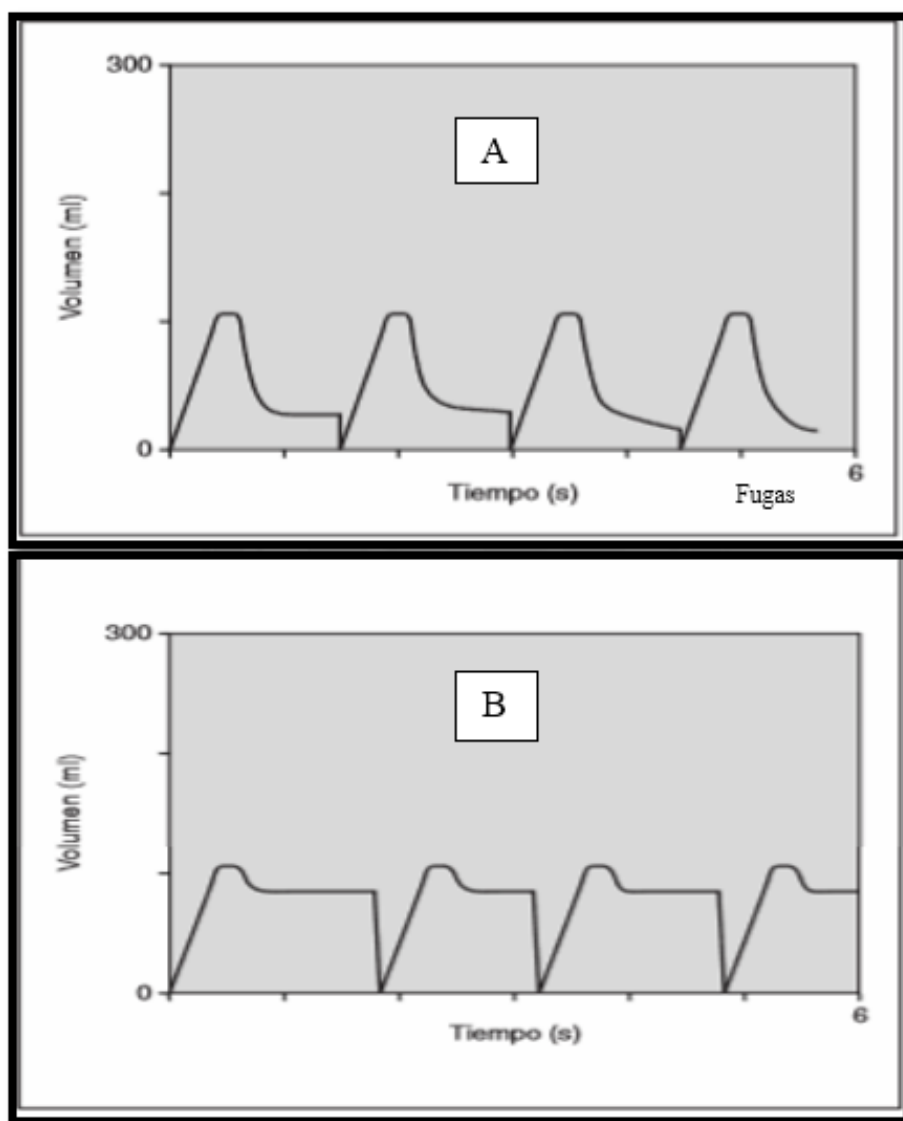
Anexo 20: Manejo clínico de la curva F/t (valorar la respuesta al tratamiento)



La curva flujo tiempo permite apreciar el efecto que determinadas maniobras terapéuticas (broncodilatadores, alargamiento del tiempo espiratorio) puede tener sobre la situación de atrapamiento de aire

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. *An Pediatr* [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

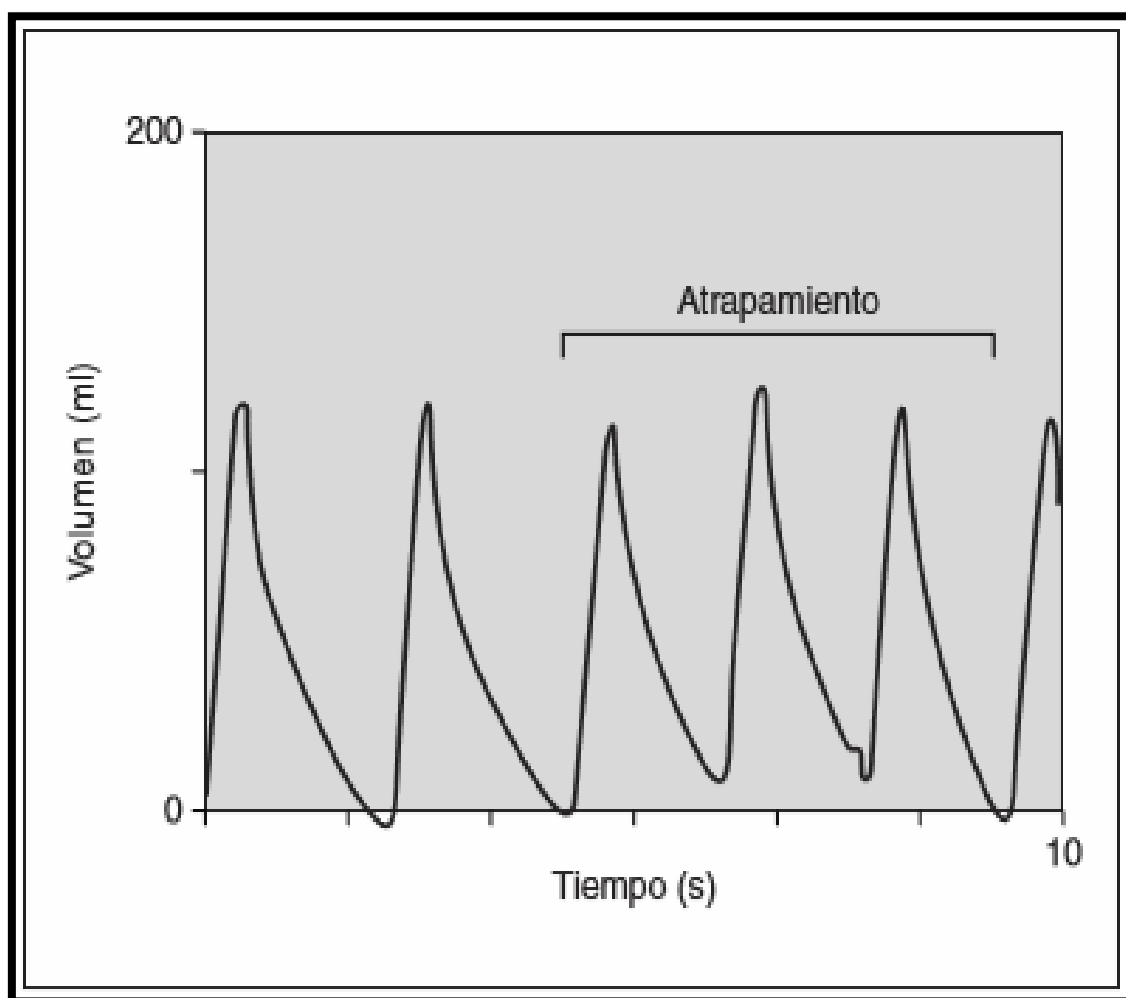
Anexo 21: Manejo clínico de la curva V/t (evidenciar la presencia de fugas aéreas)



A Curva volumen-tiempo en modalidad de volumen control en un paciente que presenta fugas del 17% del volumen inspiratorio. B Curva volumen-tiempo en modalidad de volumen control en un paciente que presenta fugas del 88% del volumen inspiratorio.

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

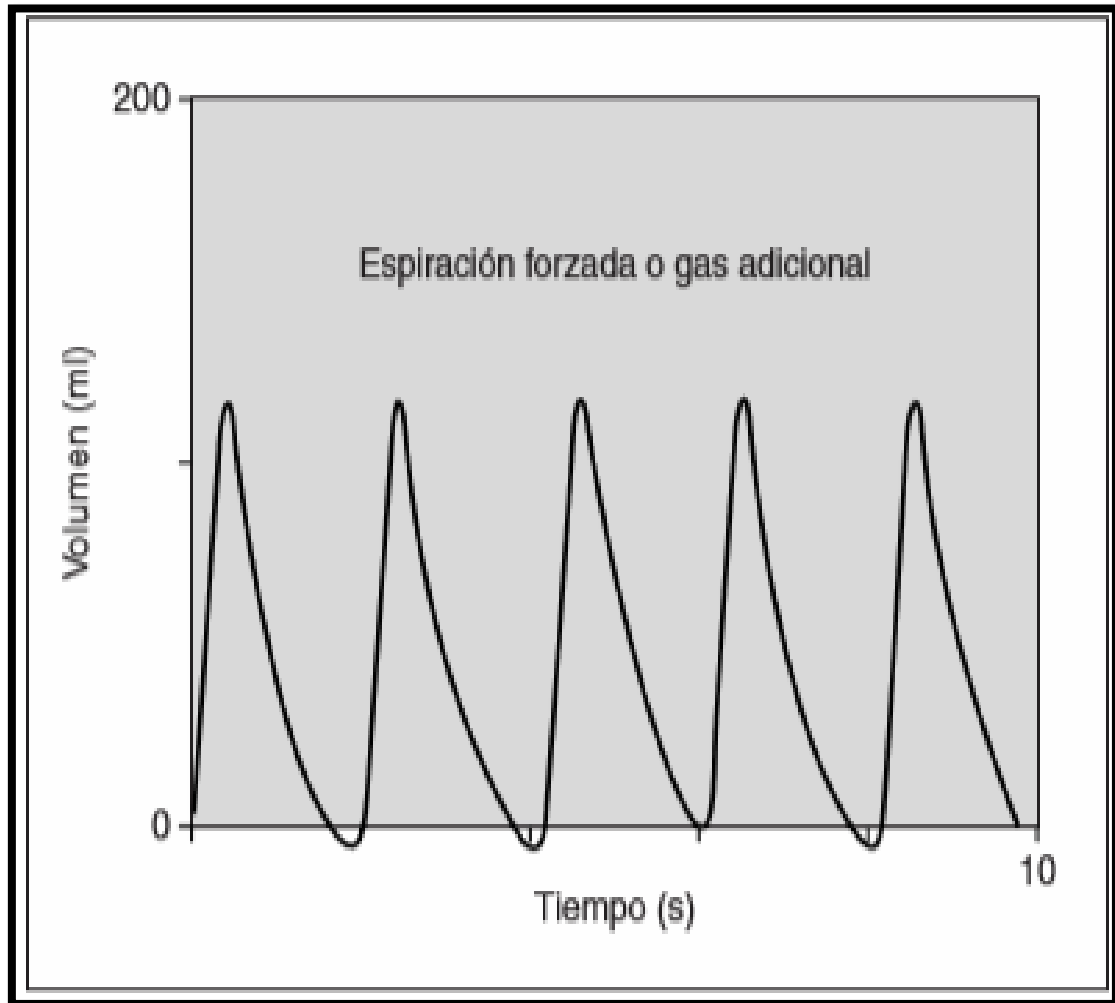
Anexo 22: Manejo clínico de la curva V/t (atrapamiento aéreo)



Curva volumen-tiempo en modalidad de volumen control. Obsérvese cómo se inicia la inspiración antes de que haya salido todo el volumen espiratorio, generándose así atrapamiento de aire

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

Anexo 23: Manejo clínico de la curva V/t (detectar la presencia de volúmenes espiratorios anómalos)



Curva volumen-tiempo. Obsérvese la inflexión negativa, por debajo del eje de abscisas, debida a un esfuerzo espiratorio forzado del paciente.

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

Anexo 24: Curva flujo-volumen en la práctica clínica (observa la existencia de un flujo espiratorio restrictivo)

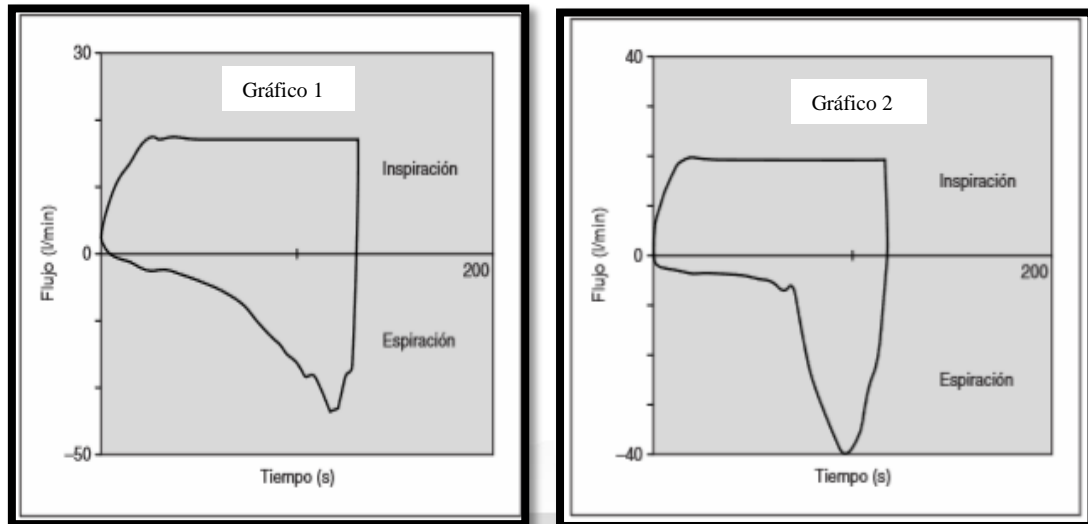
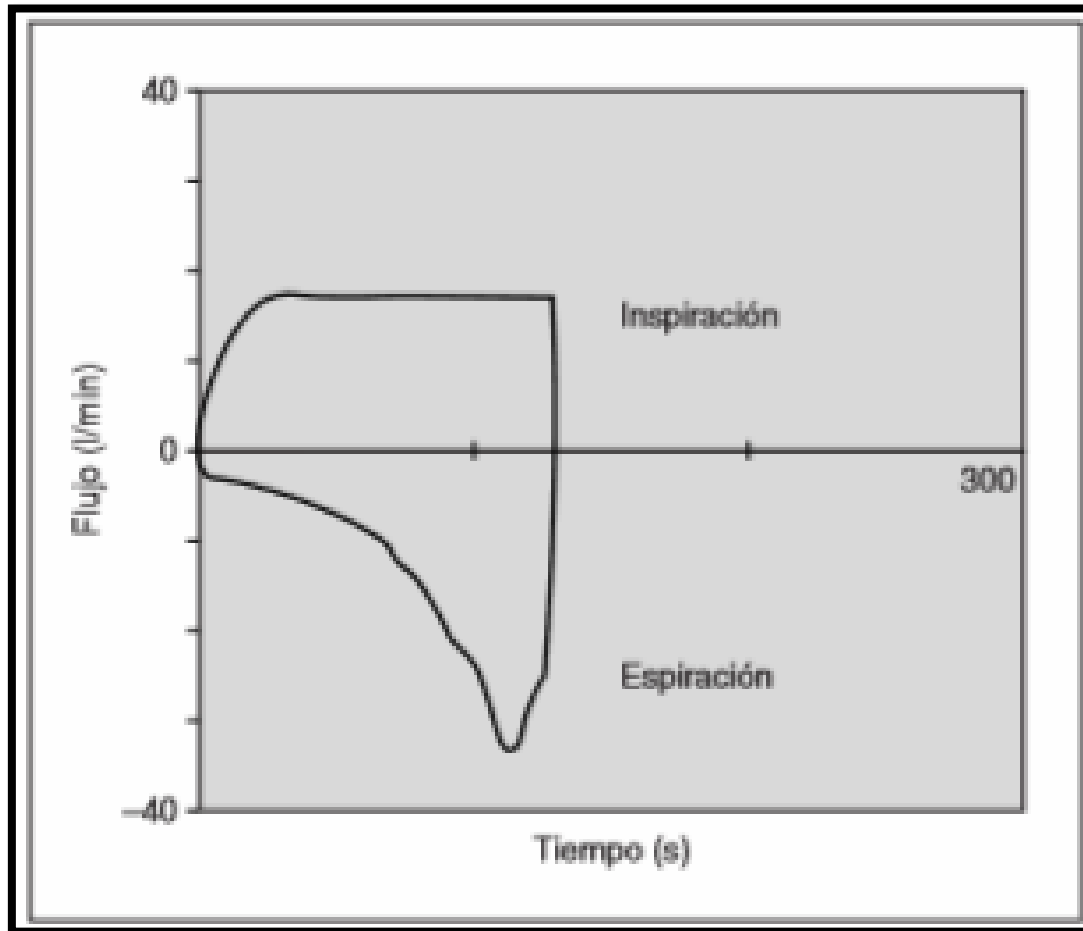


Gráfico 1 Curva flujo-volumen en modalidad volumen control. La morfología del asa espiratoria sugiere la existencia de una obstrucción al flujo espiratorio, en situaciones en las que el flujo aéreo está limitado, la curva presenta la convexidad hacia arriba.

Gráfico 2 Curva flujo-volumen en modalidad volumen control. La morfología del asa espiratoria sugiere la existencia de una obstrucción muy grave al flujo espiratorio, Casos más graves, un descenso brusco del flujo espiratorio inicial, con flujo espiratorio enlentecido

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

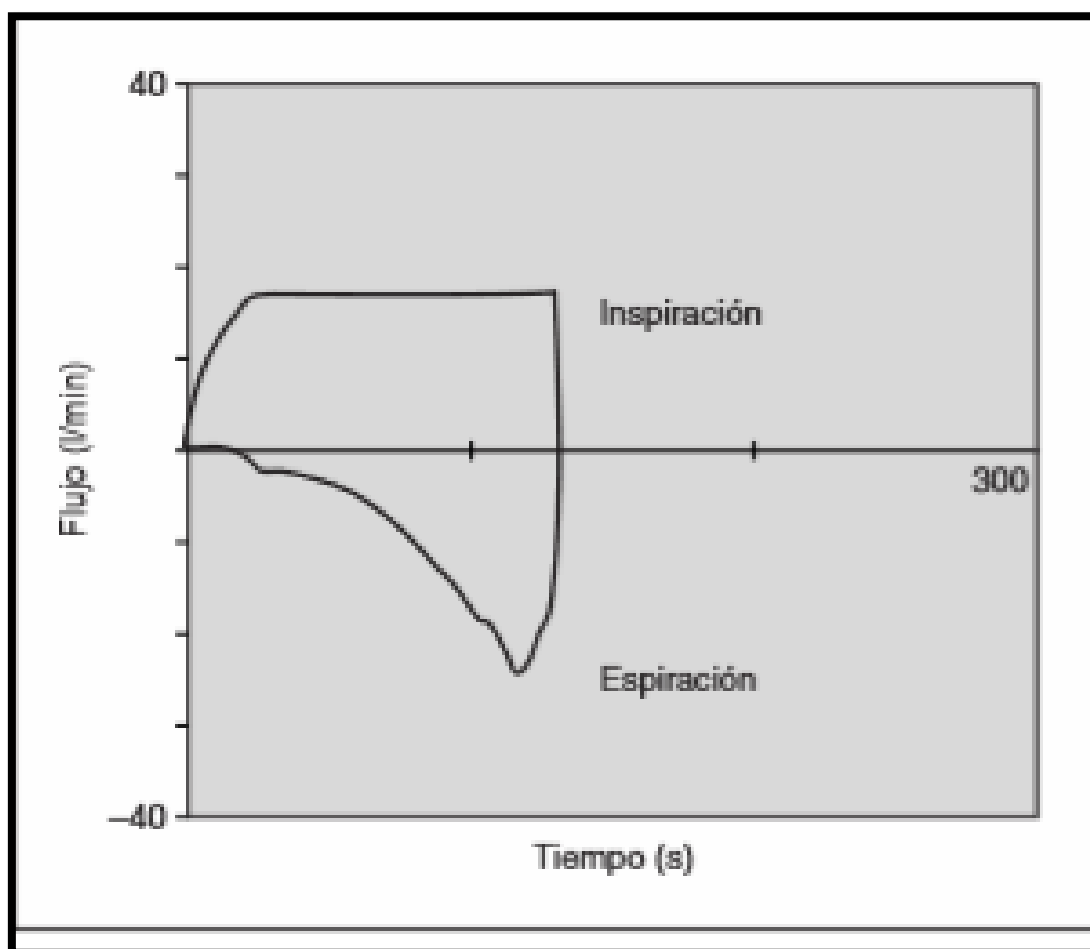
Anexo 25: Curva flujo-volumen en la práctica clínica (detectar la presencia de atrapamiento de aire)



Dicho de otro modo, el flujo espiratorio no llega a cero antes de que se inicie la siguiente respiración.

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

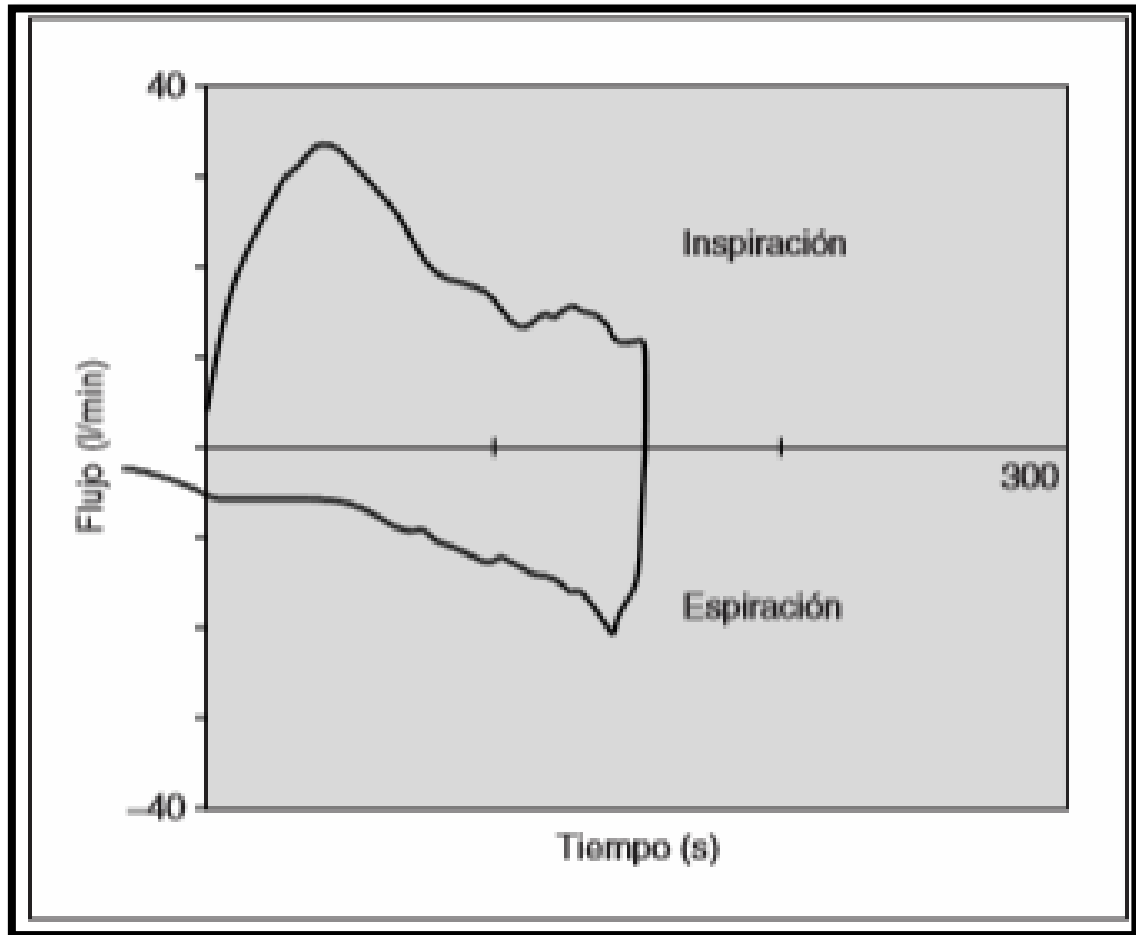
Anexo 26: Curva flujo-volumen en la práctica clínica (presencia de fugas)



Curva flujo-volumen en la modalidad de volumen control. Obsérvese cómo la rama espiratoria corta el eje de abscisas en un valor superior a 0, es decir, no sale todo el aire inspirado a pesar de que el flujo sí llega a 0 (existen fugas en el circuito).

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

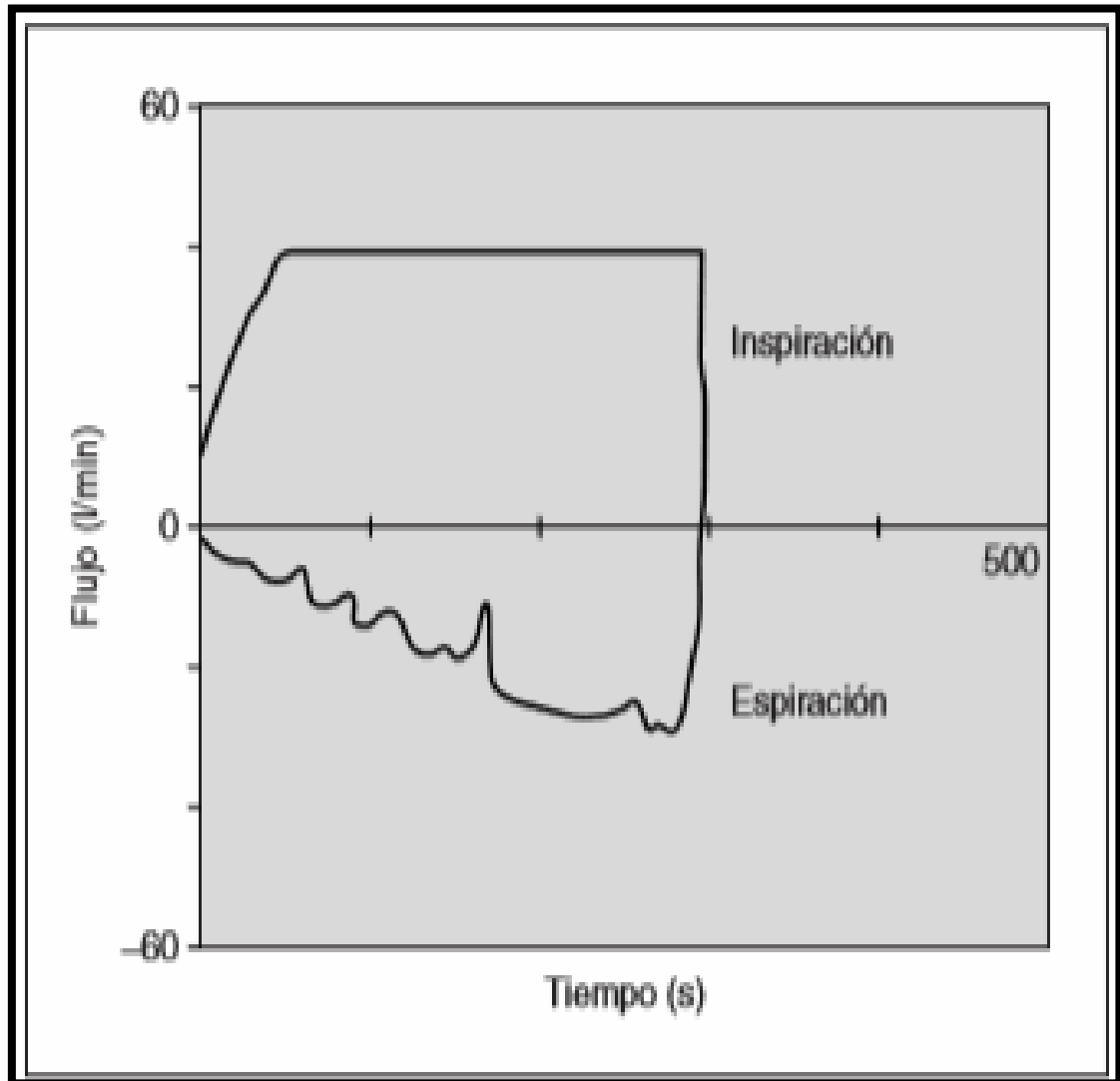
Anexo 27: Curva flujo-volumen en la práctica clínica (señalar la existencia de espiración forzada)



Curva flujo-volumen en la modalidad ciclada por presión, produce un alargamiento del asa espiratoria, de modo que ésta se prolonga más allá del eje de ordenadas.

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

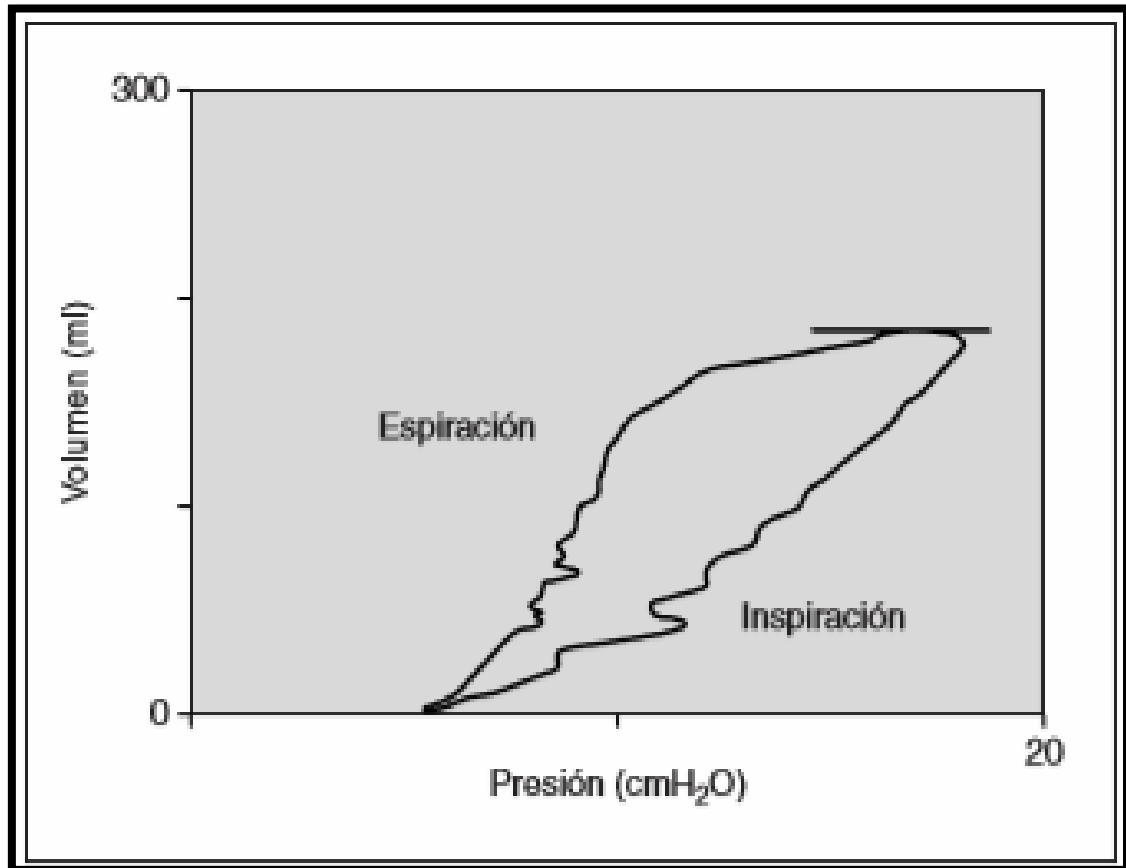
Anexo 28: Curva flujo-volumen en la práctica clínica (advertir la presencia de secreciones en la vía aérea)



Curva flujo-volumen en la modalidad volumen control, presencia de secreciones traqueales o de agua en las tubuladuras, genera irregularidades evidentes en el trazado de la rama espiratoria de la curva flujo-volumen

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

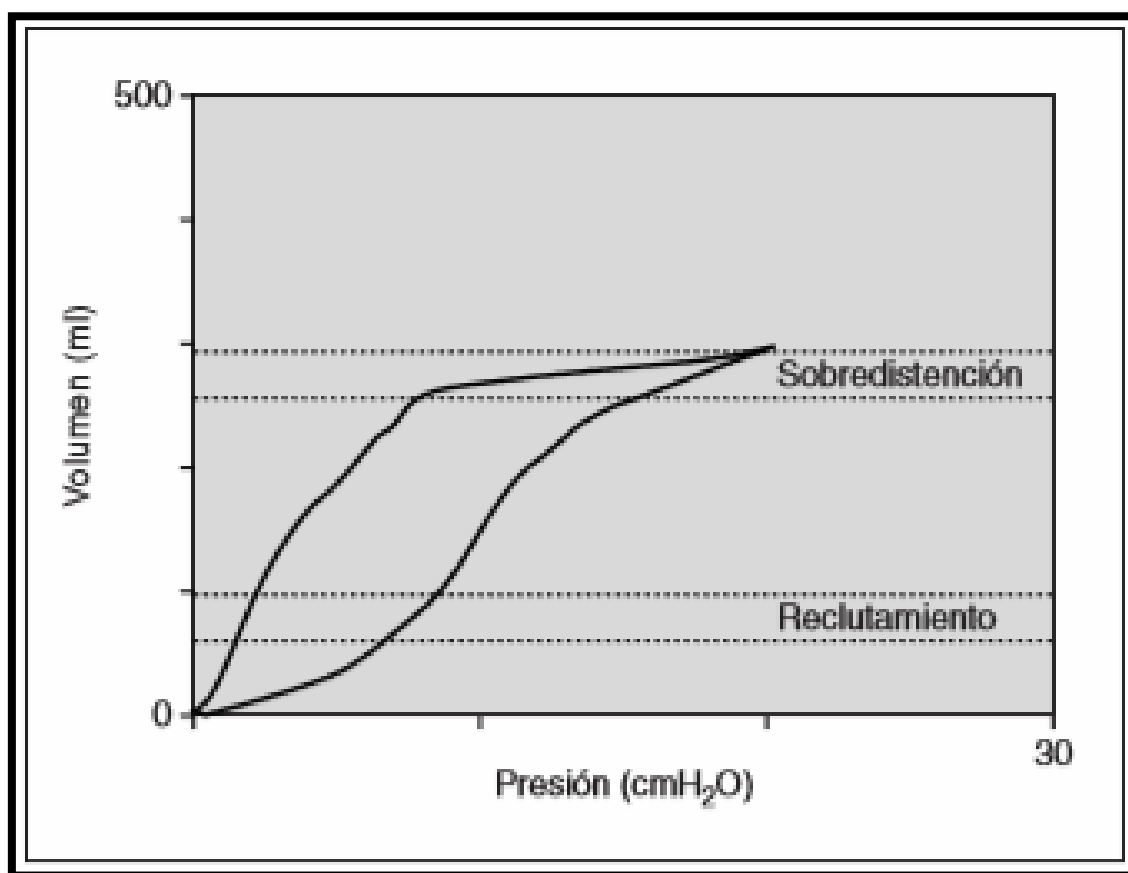
Anexo 29: Curva presión-volumen en la práctica clínica (presencia de secreciones en las vías aérea)



Curva volumen-presión en modalidad volumen control. Obsérvese cómo la presencia de agua en las tubuladuras genera irregularidades en el trazado de la curva.

Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

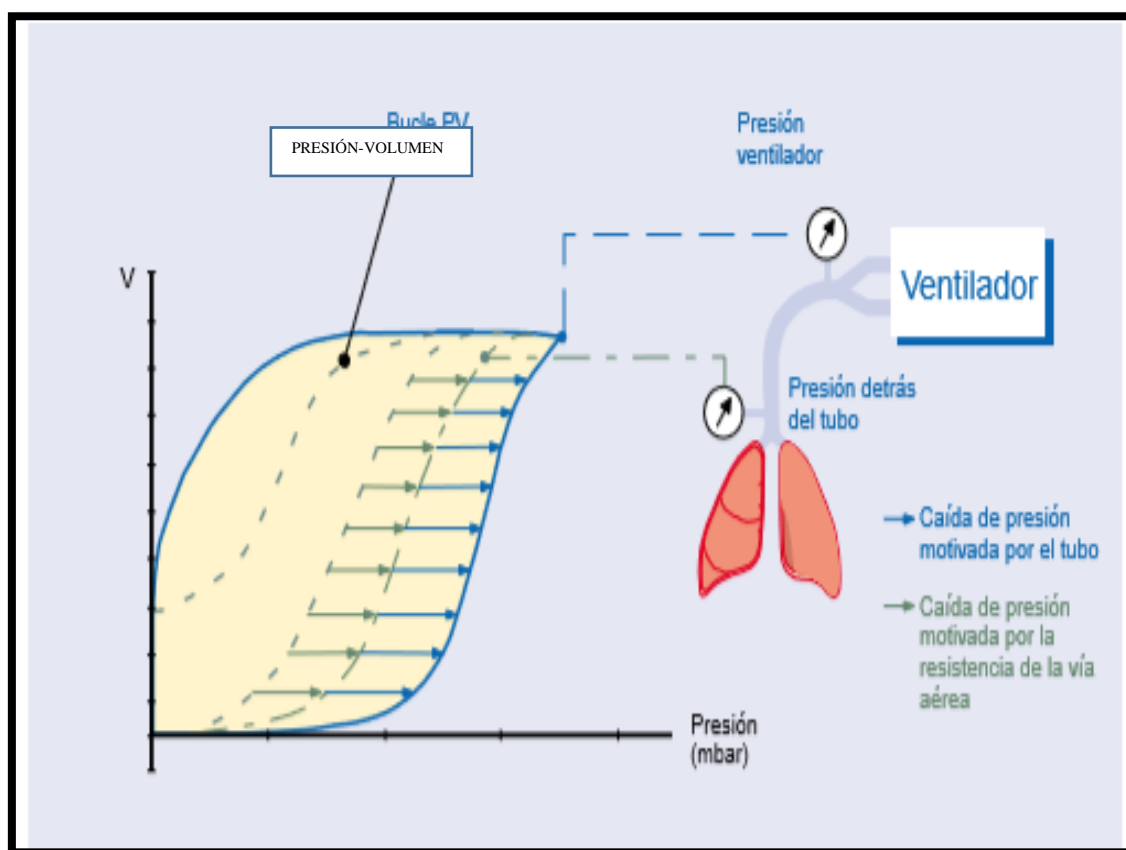
Anexo 30: Curva presión-volumen en la práctica clínica (sobredistensión)



Curva volumen-presión en la modalidad de volumen control. En la zona superior de la curva se observa que grandes aumentos de presión sólo generan pequeños incrementos de volumen, lo cual sugiere la existencia de Sobredistensión. En la zona inferior se observa otro punto de inflexión, el cual señala la presión por encima de la cual se encuentran abiertos (reclutados) la mayoría de alvéolos.

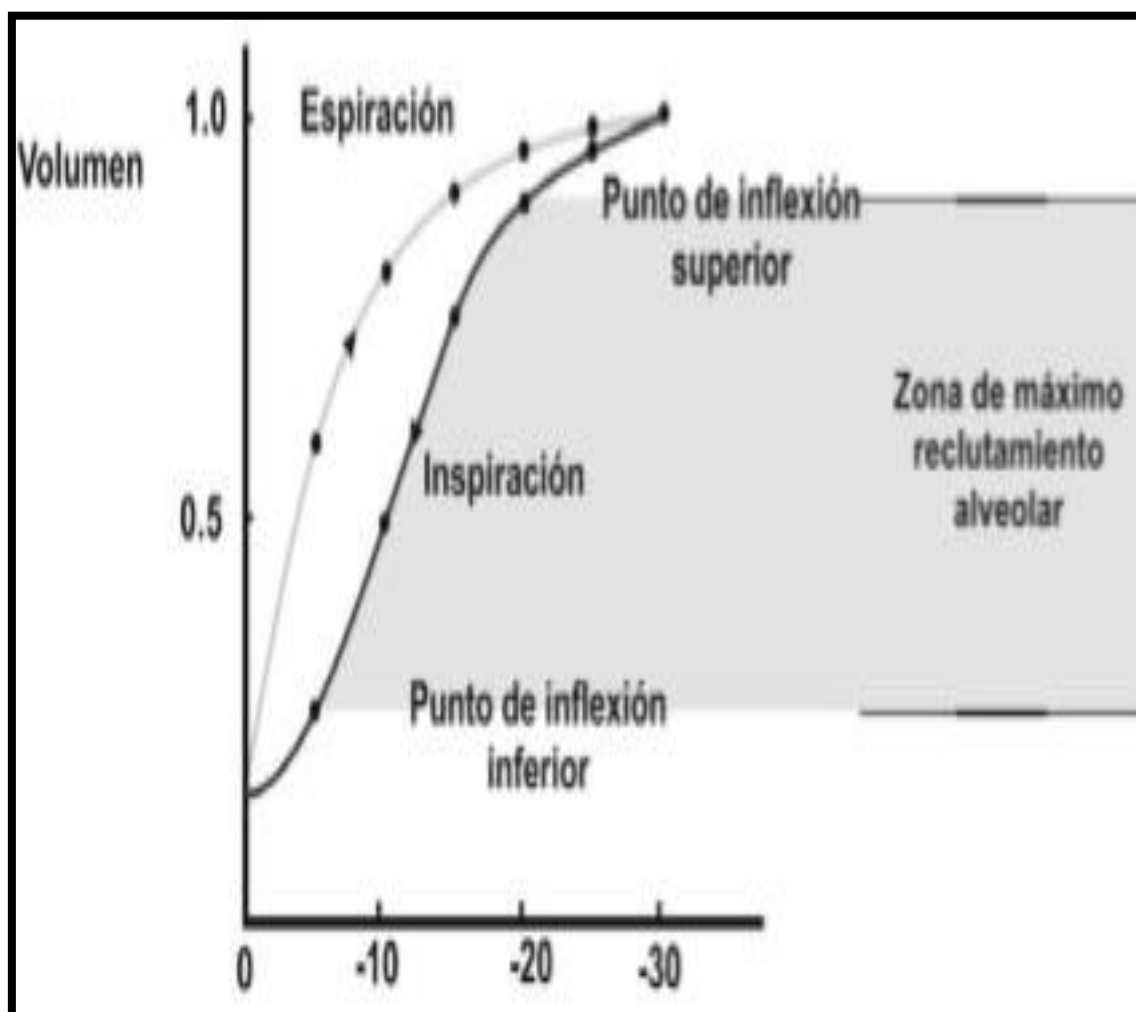
Referencia: Balcells-Ramírez J. Monitorización de la función respiratoria: curvas de presión, volumen y flujo. An Pediatr [Internet]. 2003 [citado el 17 de abril de 2019];59(3):264–77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78177-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78177-6)

Anexo 31: Curva presión-volumen en la práctica clínica (distencensibilidad pulmonar)



Para apreciar dichos cambios es conveniente disponer de un ventilador que pueda almacenar curvas, para poder compararlas a lo largo del tiempo, o bien imprimirlas en papel para poder así compararla. Por esta razón, el bucle PV no da una imagen clara de la distencensibilidad. Cuanto mayor sea el flujo de gas en la inspiración, mayor será la presión adicional. Es decir, la presión se establece por aumento de presión de vía aérea producido por el flujo de gas proveniente del ventilador.

Referencia: Rittner F, Doring M. Curvas y bucles en la ventilación mecánica. 1a ed. Madrid, España: Editorial Drager Medical; 2016.



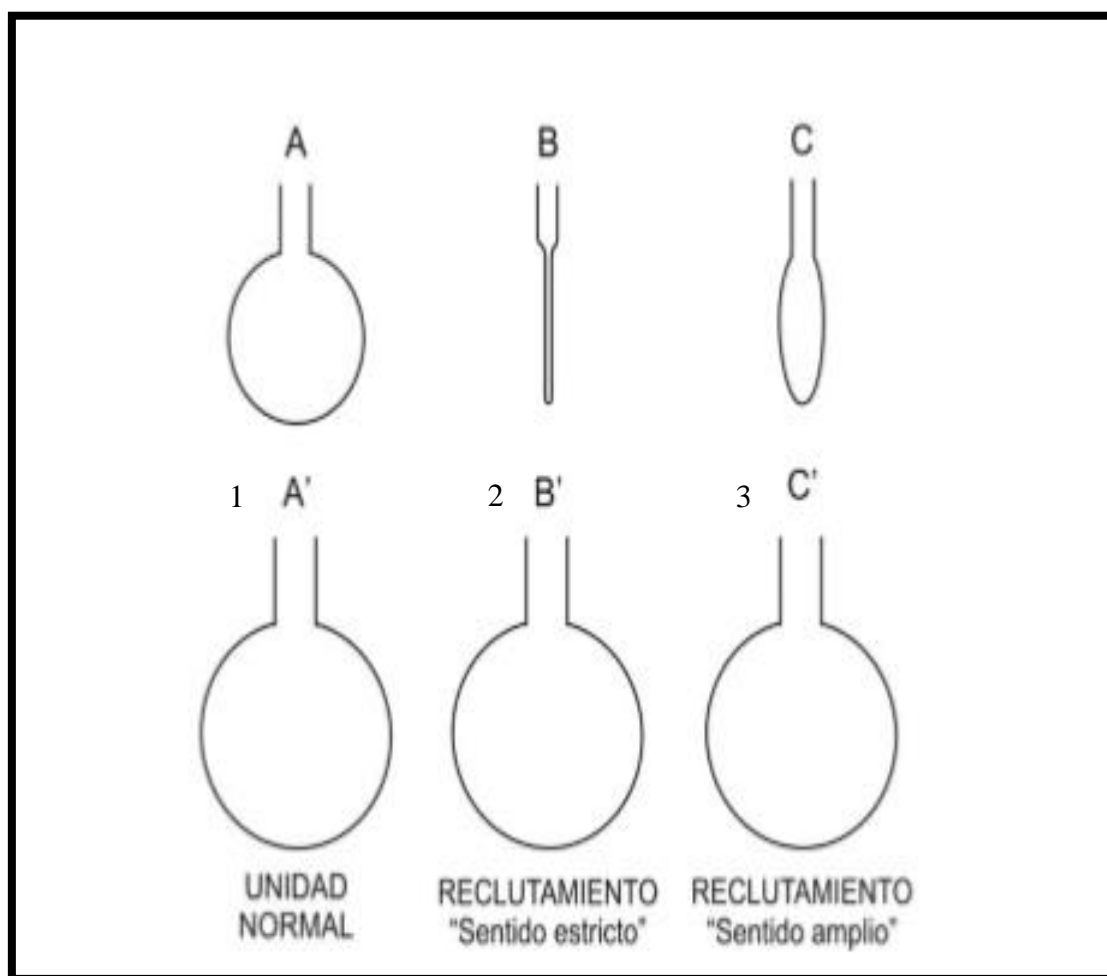
Presión alrededor del pulmón

1964

Curva-presión volumen en la que se ilustra la zona de máximo reclutamiento entre los puntos de inflexión inferior y superior. El punto de inflexión inferior de la curva presión volumen se moviliza a través de la zona con máximo reclutamiento lo cual se extiende hasta el punto de inflexión superior, lo cual el punto se minimiza por tendencia de la curva, llega hasta el final y desaparece con la finalización de la fase respiratoria.

Referencia: Cristancho-Gómez W. Fisioterapia en la UCI: teoría, experiencia y evidencia. 3a ed. Bogotá, Colombia: Editorial Manual Moderno; 2012.

Anexo 33: Reclutamiento alveolar

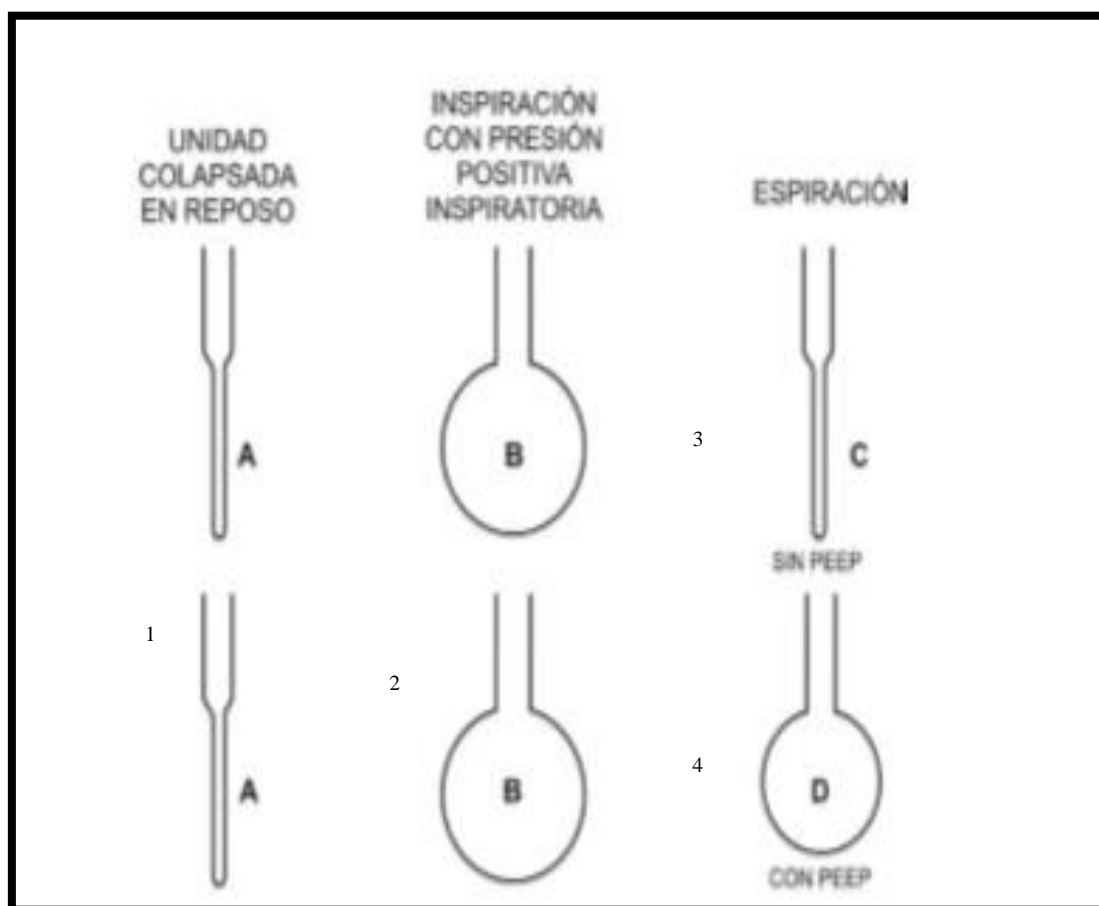


Representación esquemática del reclutamiento alveolar.

- 1) Representa una unidad normal que se expande en fase inspiratoria hasta A'.
- 2) B. representa una unidad completamente colapsada que se abre hasta B' en la inspiración reclutándose en sentido estricto.
- 3) C. representa una unidad parcialmente colapsada que se abre hasta C' reclutándose en sentido amplio.

Referencia: Cristancho-Gómez W. Fisioterapia en la UCI: teoría, experiencia y evidencia. 3a ed. Bogotá, Colombia: Editorial Manual Moderno; 2012.

Anexo 34: Hipersuflación periódica con resucitador manual

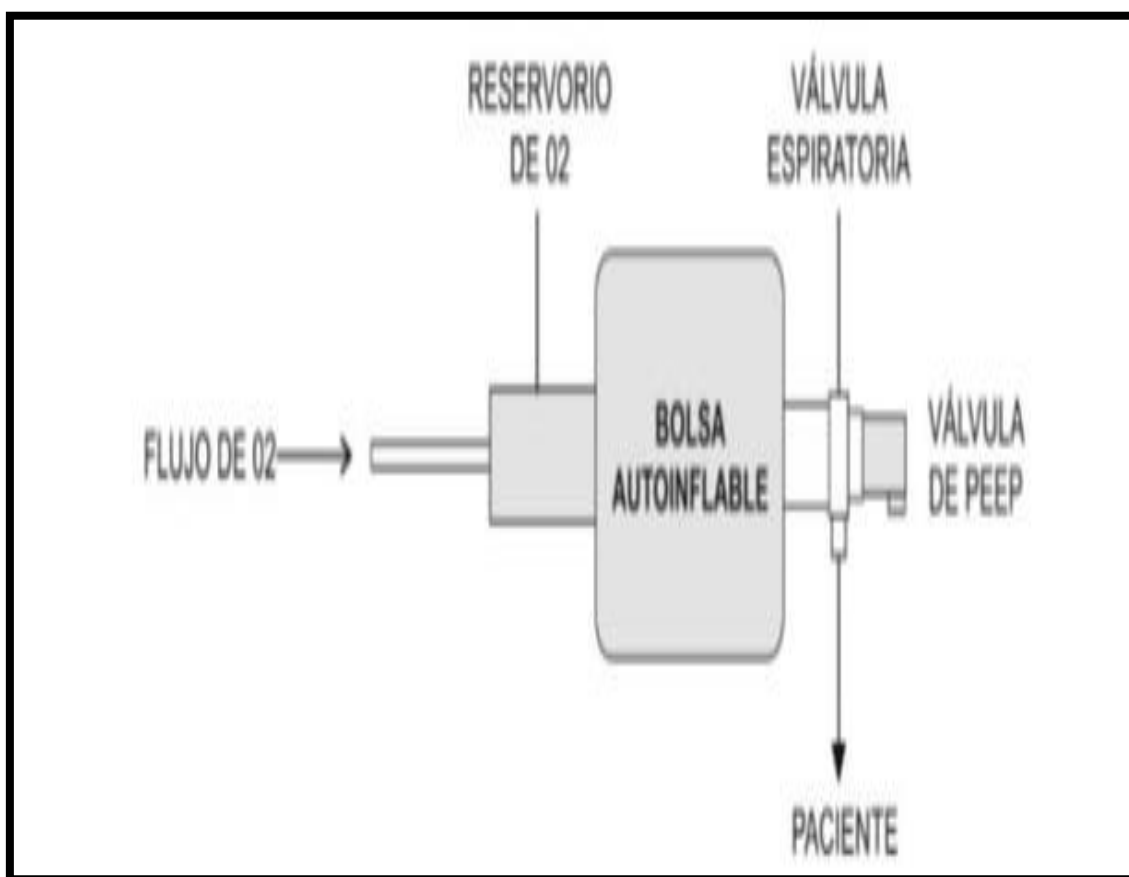


Representación de los dos componentes esenciales del reclutamiento alveolar

La unidad colapsada (A) 2) Es insuflada con presión positiva (primer componente) consiguiéndose su apertura (B). 3) Durante la espiración es indispensable la PEEP (segundo componente) para mantener la apertura previamente conseguida (D). 4) Si no se instaure PEEP, la apertura conseguida se “pierde” en la fase espiratoria (C)

Referencia: Cristancho-Gómez W. Fisioterapia en la UCI: teoría, experiencia y evidencia. 3a ed. Bogotá, Colombia: Editorial Manual Moderno; 2012.

Anexo 35: Elementos usados para la hipersuflación periódica con resucitador manual



Elementos usados para la hiperinsuflación periódica con resucitador manual (HPRM). En el extremo de la válvula espiratoria se adapta una válvula de presión pasiva al de la espiración PEEP.

Referencia: Cristancho-Gómez W. Fisioterapia en la UCI: teoría, experiencia y evidencia. 3a ed. Bogotá, Colombia: Editorial Manual Moderno; 2012.

Anexo 36: Maniobra de reclutamiento alveolar con el ventilador

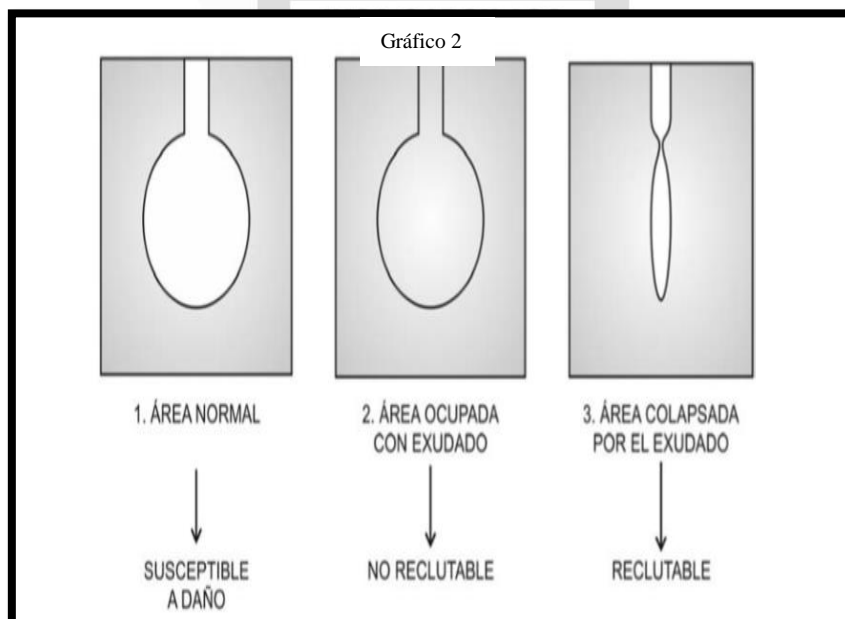


Gráfico 1 Áreas presentes en el pulmón según Gattinoni 31.

Gráfico 2 Representación esquemática de dos áreas colapsadas

Referencia: Cristancho-Gómez W. Fisioterapia en la UCI: teoría, experiencia y evidencia. 3a ed. Bogotá, Colombia: Editorial Manual Moderno; 2012.